

JACQUES DUPUIS

Maitre de Conférence
à l'Institut des Hautes Etudes de Tunis

LES GHAT ORIENTAUX ET LA PLAINE
DU COROMANDEL

Thèse complémentaire
présentée
à la Faculté des Lettres et des Sciences humaines
de PARIS

EXTRAIT des TRAVAUX de la SECTION SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE
de l'INSTITUT FRANÇAIS de PONDICHERY — Tome II — 1959

JACQUES DUPUIS

Maitre de Conférence

à l'Institut des Hautes Etudes de Tunis

LES GHAT ORIENTAUX ET LA PLAINE
DU COROMANDEL

Thèse complémentaire

présentée

à la Faculté des Lettres et des Sciences humaines

de PARIS



EXTRAIT des TRAVAUX de la SECTION SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE
de l'INSTITUT FRANÇAIS de PONDICHÉRY — Tome II — 1959

IMPRIMERIE DE LA MISSION
PONDICHÉRY

1959

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548805_0053

AVANT-PROPOS

LES PAYSAGES SUD-INDIENS

Le voyageur qui parcourt l'Inde du Sud y discernera aisément trois types principaux de paysages : les aspects disséqués et nuancés du Kerala, le nivellement des plateaux centraux et orientaux, les paysages de montagnes.

1°/ *Le modelé normal du Kerala.*—

Entre les contreforts des Ghât et la Mer Arabique, se développe un des paysages les plus particuliers de l'Inde. La plaine du Kerala attire d'abord l'attention par son aspect toujours verdoyant et ses nombreux cours d'eau pérennes. C'est un pays humide ; et son relief porte la marque d'un ruissellement permanent. Des surfaces gneissiques ou sédimentaires, presque horizontales, s'étagent des Ghât à la mer, entaillées par de profondes et larges vallées, qui s'ouvrent progressivement sur de basses terres littorales, à demi noyées de lagunes, découpées en rizières ou couvertes d'une monotone forêt de cocotiers. Depuis une altitude d'environ 200 mètres jusqu'au niveau de la mer, l'étagement des surfaces présente de grands écarts ; mais toujours on est frappé par la netteté des lignes, par la différenciation des niveaux, par des aspects de terrasses latéritiques dont les vallées dessinent les bords aux pentes raides. Ça et là, des promontoires des Ghât et des collines isolées rompent l'horizontalité de ces surfaces.

Le Kerala est un pays au modelé varié et nuancé, qui offre à la réflexion du morphologue des éléments précis. Tout autre, indéchiffrable, semble, au premier abord, le pays qui s'étend des Ghât occidentaux à la côte du Coromandel.

2° / *Les glacis de l'aire subaride.*—

Que l'on franchisse la trouée de Pâlghât ou que l'on contourne les montagnes en longeant la mer, et l'on découvre les paysages de l'Est. Depuis les steppes piquetées de palmiers jusqu'aux zones irriguées, on a toujours devant soi l'immensité des plateaux découverts, glacis aux pentes douces, nivelés, sans ruptures de pente marquées, parsemés de rochers gneissiques, où souvent se dressent des collines abruptes et ruiniformes, qui rappellent certains paysages du Tanganyika, particulièrement la région du lac Victoria. Sur la majeure partie de ces plateaux, la pellicule rouge d'un sol latéritique souligne cette monotonie.

La rareté des pluies oppose ce pays au Kerala. Aucune vallée n'entaille les glacis : surchargés d'alluvions, les cours d'eau ont étalé des lits sableux, dont les sinuosités blanches se détachent sur les tons rouges ou verts des glacis. C'est dans une vue aérienne ou des hauteurs d'un massif montagneux que ces paysages prennent leur relief le plus expressif : les collines rocheuses, isolées dans la plaine, semblent des îles flottant sur un océan rougeâtre. Et l'on comprend pourquoi les géographes allemands donnèrent à ces reliefs le nom de montagnes-îles.

3° / *Les massifs montagneux.*—

Plus d'un tiers de l'Inde méridionale est occupé par des reliefs montagneux. Si l'on met à part les basses collines jurassiques, qui couvrent une aire très limitée dans la région de Madras, il existe deux types de paysages montagneux : les chaînes du Cuddapah (Kaddapa) et les Ghât.

Dans la région orientale, au Nord de Madras, les chaînes du Cuddapah enveloppent des bassins à fond plat et des glacis parsemés de pierres. D'altitude médiocre (elles n'atteignent qu'exceptionnellement 1.000 mètres) ce sont de longues croupes uniformes, aux pentes raides,

tournant vers l'Ouest des faces verticales de quartzites blancs. En raison de leur faible épaisseur, ces chaînes ne portent, dans leurs surfaces sommitales, aucun plateau étendu. Elles constituent cependant, entre la plaine littorale et l'intérieur du Dekkan, des obstacles abrupts, que franchissent de rares trouées, vallées transversales à fond plat.

A l'Est et à l'Ouest, les plus hauts reliefs du Dekkan, les Ghât, érigent leurs ossatures grises sur l'horizon monotone des glacis. Leurs paysages sont contrastés. Sur le versant humide du Kerala, les Ghât de l'Ouest, comme de gigantesques Cévennes, tournent une face abrupte, mais ravinée, lacérée en promontoires, où s'insinuent de longues vallées. Très différents sont les versants de l'aire subaride, murailles d'aspect fermé, aux pieds desquelles un faible talus d'éboulis se couvre de forêts ou de plantations. Leur abord surprend par un passage sans transition du plateau uniforme à la paroi rocheuse qu'il faut escalader. Dans une perspective lointaine, les Ghât paraissent impénétrables. Quelques vallées cependant y font brèche : tantôt étroites ciselures, comme celles qui entaillent la face orientale des Nilgiri ou la muraille orientale du Mysore ; tantôt, plus évoluées, vallées au fond plat, prolongements nivelés des plateaux, qui forment des bassins allongés, au paysage humanisé, dans l'encadrement forestier des monts PaLni, des monts Javâdi.

Mais aucune vallée ne prête une rampe continue pour accéder aux plateaux supérieurs que délimitent les parois des Ghât. Certes, dans certains massifs orientaux, les Kollimalai-Pachaimalai et les Javâdi, les vallées médianes mènent assez près des hautes surfaces. Mais l'escarpement des faces montagneuses impose généralement son obstacle rigoureux. Partout où existent des routes, dans les Nilgiri et les PaLni, dans les Shevaroy, leurs sinuosités audacieusement gravées sur cette architecture de falaises semblent calculées pour faire éprouver au voyageur le sentiment de l'abîme. Les plateaux supérieurs où elles conduisent, vers 1.000 ou 2.000 mètres, n'appartiennent pas à l'aire subaride : abondamment arrosés par les deux moussons annuelles, ils portent l'empreinte d'un ruissellement puissant et continu. Mais leurs larges vallées boisées y laissent subsister, à côté de quelques sommets aux

formes lourdes (1), d'assez vastes portions de plateaux, qui semblent des vestiges altérés d'une ancienne pénéplaine.

Dans la morphologie sud-indienne, les matériaux et la structure ne jouent un rôle déterminant que pour les reliefs montagneux. Les roches gneissiques des Ghât, les quartzites et les schistes du Cuddapah, les conglomérats de galets du Jurassique ont leurs formes propres. Mais les structures plus encore que la nature des roches, sont responsables des aspects les plus typiques de leurs paysages : les gigantesques escarpements des Ghât, la dissymétrie des chaînes du Cuddapah sont des faits structuraux que l'analyse morphologique permettra de dégager.

Les climats, avec leurs modes d'érosion particuliers, expliquent la division de l'Inde méridionale en deux aires de paysages essentiellement différents. A l'Ouest, le climat humide a engendré le modelé normal du Kerala : les surfaces disséquées de la plaine et les grandes vallées qui entaillent la bordure des Ghât. A l'Est, c'est-à-dire entre les Ghât occidentaux et le golfe du Bengale, le climat subaride a accentué la raideur des pentes montagneuses, modelé les vallées à fond plat et nivelé les immenses glacis, qui s'étendent uniformément sur des roches de nature diverse.

Mais l'interprétation morphologique de cette aire subaride exige la reconstitution imaginaire de conditions d'érosion que l'homme a fait presque partout disparaître. En effet, le développement de l'irrigation a supprimé depuis des siècles, parfois depuis des millénaires, les ruissellement naturel. Rechercher les sources d'un cours d'eau consiste, en cette région, à reconnaître quelques rigoles d'irrigation qui relient des étangs artificiels. Ainsi toutes les eaux de ruissellement sont captées dès l'origine, retenues dans les milliers d'étangs qui parsèment le pays, puis distribuées méthodiquement. Mais on peut se représenter le ruissellement des eaux avant l'intervention humaine. Cette partie du Dekkan méridional reçoit des pluies violentes en des périodes assez brèves, que séparent des périodes sèches beaucoup plus longues. Au cours des fortes pluies qui s'abattent sur les massifs montagneux, les

(1) La forme élancée du Perumâl, dans la région de Kodaikanal, est exceptionnelle.

eaux débouchaient au pied de ces massifs avec une charge d'alluvions qui les empêchaient de creuser des vallées, mais les obligeaient à se disperser, à s'étaler, en provoquant des phénomènes d'érosion latérale et de nivellement, qui expliquent la formation des vallées à fond plat et des glacis. Au pieds même de ces montagnes, il est vraisemblable que les eaux étaient assez abondantes pour former souvent des nappes de ruissellement ou « sheet-floods ». Mais, lorsque le débit était plus faible, et ce fut sans doute le cas dans les zones éloignées des montagnes, les eaux devaient ruisseler en filets divagants et anastomosés, le « rill-wash ».

Ces conditions climatiques semblent persister, si l'on en juge par la tendance générale des cours d'eau à étaler des lits de sables. Mais, sauf en de rares régions sauvages comme les glacis intérieurs du Cuddapah, l'écoulement est maîtrisé. Par suite, si l'on interprète ces surfaces de l'aire subaride comme un ensemble de pédiments, il convient de préciser que ces pédiments ont cessé d'être fonctionnels.

NOTE SUR L'ORTHOGRAPHE ET LA PRONONCIATION DES NOMS PROPRES

L'usage des géologues a consacré, pour un grand nombre de noms propres indiens, des orthographes anglicisées, que nous somme obligés de conserver pour éviter d'introduire une confusion dans la nomenclature. Mais cela pose un problème pour le lecteur, qui ignore souvent s'il a devant lui un terme orthographié à l'anglaise ou à l'indienne. C'est pourquoi nous avons souvent, dans notre texte, précisé la prononciation entre parenthèses.

Nous donnons ci-après une liste des noms propres les plus utilisés, accompagnés de leur transcription phonétique. On se rappellera que, dans la transcription,

- la lettre u se lit comme le français ou ;
- la lettre j se lit comme dans l'anglais *joke* ;
- le groupe ch se lit comme dans l'anglais *chair* ;
- la lettre L (majuscule) au milieu d'un mot (PaLni) se lit comme j dans le français *jour*.

<i>Noms propres employés</i>	<i>Transcription phonétique</i>
Chittoor	Chittûr
Conjeevaram	Konjivaram (ou Kâncîpuram)
Cuddalore	Kadalûr
Cuddapah	Kaddapa

Ennore	Ennûr
Mysore	Maisûr
Nellore	Nellûr
Poonamallee	Pûnamalî
Quilon	Kwailon
Trichinopoly	Trichinopoli (ou Tiruchirapalli)
Wynaad	Wainâd.

INTRODUCTION

VUE D'ENSEMBLE SUR LA STRUCTURE DE L'INDE DU SUD

Une étude du Coromandel ne saurait être parfaitement claire sans une esquisse préalable du cadre structural auquel cette région appartient : l'Inde du Sud. Nous entendrons par Inde du Sud le triangle méridional de la péninsule du Dekkan, que limitent au Nord la Tungabhadra et la Krishna. On y distingue, comme dans l'ensemble de la péninsule, deux régions :

1°/ Une région précambrienne, comprenant les plateaux intérieurs et leurs bordures montagneuses (les Ghât et les chaînes du Cuddapah).

2°/ Une région sédimentaire récente, formée par les deux plaines littorales de l'Ouest et de l'Est.

— I —

LA REGION PRECAMBRIENNE

La région précambrienne de l'Inde du Sud comprend les plateaux intérieurs (les plateaux du Mysore et du Tamil Nâd) et leurs bordures montagneuses (les Ghât de l'Ouest et de l'Est et le système du Cuddapah). L'intelligence des formes du relief exige une connaissance préalable des matériaux précambriens, qui sont de deux sortes : les roches archéennes (gneiss péningulaires et charnockites) et les formations sédimentaires (Dhârwar et Cuddapah).

A. LES MATERIAUX

LES MATERIAUX DU SOCLE ARCHEEN ET LES ROCHES ERUPTIVES.

La région du socle archéen comprend des roches variées, qui ont été identifiées par les géologues; mais aucune carte géologique précise n'a été établie. Leur classement comporte trois grandes catégories, dont la distinction importe au géographe: les gneiss péniinsulaires, les charnockites et les dykes de dolérite.

1°/ *Les gneiss péniinsulaires.*

Ces gneiss comprennent plusieurs types de roches gneissiques et granitiques: granites, hornblendes, biotites, gneiss granitoides, syénitoides ou porphyritiques, bandes de minerai de fer magnétique, etc... Ils sont les matériaux constitutants essentiels du socle archéen: on les rencontre sur l'ensemble des plateaux et dans une partie des Ghât.

2°/ *Les charnockites (1).*

On appelle ainsi une roche assez semblable au gneiss, que les géologues du XIXème siècle confondaient avec celui-ci. Le terme de charnockite désigne une série de roches à structure granulitique, acides et basiques, dont la composition n'est pas uniforme, mais qui contiennent toujours de l'hypersthène. La couleur est toujours sombre, en raison de la présence de quartz bleu, de feldspath bleu ou gris-bleu, de minerai de fer opaque. Tous les charnockites, en dépit de leur variété de composition, forment un groupe aisément reconnaissable et bien distinct des autres gneiss.

Les charnockites semblent assez largement distribués dans les régions archéennes du globe. Dans le Dekkan, ils constituent, autour des plateaux gneissiques, une zone de bordure: c'est la région charnockitique reconnue par Fermor (1936). Les charnockites affleurent dans l'Est du Dekkan, en Orissa, et en Andhra. Mais ils tiennent une place beaucoup plus importante dans le Sud: ils y forment la majeure partie des Ghât occidentaux (massifs du Coorg, des Nilgiri, des Biligirirangan, des Palni, puis toute la région des Ghât depuis les Kanan Devan jusqu'au cap Kanya Kumâri (cap Comorin); ils occupent la partie méridionale, montagneuse de Ceylan; ils tiennent aussi une grande place dans les Ghât orientaux (Javâdi, Shevaroy) et se

(1) Roches identifiées, à la fin du XIXème siècle, par Sir T. H. Holland, qui les nomma ainsi en souvenir de Job Charnock, fondateur de Calcutta, parce que la pierre tombale de Job Charnock est un block de cette roche amené du St. Thomas Mount de Madras.

manifestent par de nombreux pointements mineurs qui dominent la plaine du Coromandel. Leur carte géologique précise n'a pas encore été établie.

La distribution des charnockites importe au géographe en raison de la place qu'ils tiennent dans la topographie du socle archéen ; ce sont les blocs montagneux saillants de l'Inde du Sud et de Ceylan. Les plus hauts sommets sont charnockitiques.

Selon la théorie de Holland (1900), les charnockites sont apparus plus tardivement que les gneiss dits péninsulaires. Ils se présentent comme des intrusions le long des plans de foliation des gneiss. Selon Holland, les charnockites appartiennent donc aux roches archéennes, mais sont relativement plus récents que les divers gneiss et granites.

Sans entrer dans le détail des discussions soulevées par la théorie de Holland, rappelons que la théorie de C. S. Pichamuthu (1951) propose une époque plus tardive pour l'apparition des charnockites : ceux-ci seraient postérieurs aux formations du Cuddapah (Algonkien). On a finalement envisagé la possibilité de l'apparition des charnockites à deux époques différentes : Pré-Cuddapah et Post-Cuddapah.

3°/ Les dykes de dolérites.

Plusieurs roches intrusives perforent le socle gneissique. Les seules qui importent au géographe, après les charnockites, sont les dolérites. Elles forment des reliefs marquants, que les géologues, usant d'une terminologie discutable, ont appelés "dykes trappéens" (1). Ces dykes sont extrêmement nombreux, souvent de grande taille ; ils jalonnent les lignes de cassure du socle et tiennent une grande place dans le paysage de la région orientale.

L'âge de ces dykes est incertain. Les géologues les disent pré-Cuddapah. Mais nous montrons plus loin qu'ils sont vraisemblablement jurassiques ou crétacés.

LES FORMATIONS SEDIMENTAIRES PRECAMBRIENNES.

Deux transgressions marines importantes ont recouvert le socle archéen de leurs sédiments : les transgressions du Dhârwar et du Cuddapah (Kaddapa).

(1) Il faut prendre garde à l'amphibologie du mot "Trap". Dans la terminologie anglaise, ce terme s'applique à certaines roches ignées comme les basaltes, dolérites, andésites, porphyrites. Mais il évoque, dans le Dekkan, une structure en coulées superposées, qui a engendré une topographie en escaliers (*trappa*, suéd.), qui n'a évidemment rien de commun avec celle des dykes. D'autre part, les Traps du Dekkan sont des coulées d'époque crétacée.

1°/ *Le Dhârwâr.*

Les formations du Dhârwâr (Huronien), largement développées au Nord de la Tungabhadra, n'ont laissé ici que des vestiges sur le plateau de Mysore. Les sédiments, envahis par des intrusions granitiques et fortement métamorphisés, ont pris la forme de quartzites, marbres, micaschistes, phyllites, ardoises. Le résultat est que le Dhârwâr ne se présente pas comme une simple transgression reposant sur le socle archéen; car les roches archéennes et dhârwâriennes apparaissent souvent mêlées.

2°/ *Le Cuddapah (Kaddapa).*

Après le Dhârwâr, aucune transgression marine ne paraît avoir affecté les plateaux intérieurs; la transgression du Cuddapah (Algonkien) n'affecte qu'une marge orientale affaissée, formant un grand croissant qui s'étend de la région de Madras au bassin inférieur de la Krishna.

B. LES PLATEAUX MERIDIONAUX DU DEKKAN

Dans l'Inde du Sud, les plateaux intérieurs se divisent en deux grandes unités: le plateau du Mysore (Maissour), région élevée, de 600 à 1000 mètres, et le plateau du Tamil Nâd, inférieur à 300 mètres.

LE PLATEAU DU MYSORE.

Le Mysore. (1) est, parmi les plateaux du Dekkan, le plus élevé. Si l'on fait abstraction des bourrelets montagneux latéraux, qui constituent les Ghât, on constate que le Mysore est formé de deux surfaces pénéplanées s'élevant progressivement vers l'Ouest.

1°/ *Un plateau ancien*, dont l'altitude moyenne est d'environ 900 mètres (l'altitude de Bangalore), doucement incliné vers l'Est. Ce plateau est partout profondément disséqué. Ses vestiges sont des hauteurs isolées, au sommet plat, ou des collines de granite et de quartzite aux formes hardies.

2°/ *Un plateau récent*, dont l'altitude est de 600-650 mètres environ: surface ondulée, mûre, parcourue par des cours d'eau lents dessinant des méandres.

(1) Le plateau du Mysore est appelé ainsi parce qu'il constituait, avant le remaniement du 1-11-56, la partie essentielle de l'Etat de Mysore; on peut aussi l'appeler Karnâtak méridional. Le nom de Karnâtak s'applique actuellement à l'ensemble des plateaux du nouvel Etat de Mysore, voire à l'Etat de Mysore tout entier.

Le plateau du Mysore a donc été soumis à l'érosion. C'est probablement d'une très forte altitude qu'il a été amené à son état actuel de pénéplaine. Le Dhârwar a été en majeure partie déblayé par l'érosion. Ce sont ses vestiges qui forment les reliefs les plus marquants du plateau : ses quartzites, préservés dans des synclinaux étroits, forment des collines aux bords escarpés.

Le réseau hydrographique ne s'est pas ordonné en fonction des Ghât occidentaux et de l'inclinaison générale de la surface vers l'Est. Il préexistait à l'apparition des Ghât occidentaux, qui est relativement récente. C. S. Pichamuthu a montré que les Ghât ne sont pas une ligne de partage des eaux ; la ligne de partage, de direction Est-Ouest, traverse le Mysore par son milieu (à peu près à la latitude de Bangalore). Ceci est un indice selon lequel le relief déterminant (aujourd'hui érodé) aurait été une chaîne médiane Est-Ouest. (1).

La vieille surface du plateau n'est pas restée immobile. Elle est affectée d'un réseau de failles, encore mal connu, et dont la date est toujours discutée. Ce sont ces failles qui impriment à certaines rivières une direction rectiligne et déterminent les escarpements des Ghât sur les bordures.

Sur trois côtés, le plateau du Mysore est entouré de plateaux plus bas : au Nord, le Karnâtak septentrional (2) ; à l'Est, le plateau de Chittoor ; au Sud, le Bâramahal et le plateau du Tamil Nâd. A l'Est et au Sud, le contact avec les plateaux voisins est marqué par de fortes dénivellations, que les cours d'eau descendant du Mysore franchissent par des rapides (Pâlâr, Ponnaiyâr) et parfois des chutes (Kâviri) : ce sont les Ghât du Mysore. Nous montrons plus loin que cet escarpement est apparu au crétacé et qu'il a ouvert un nouveau cycle d'érosion, entraînant la dissection de cet escarpement crétacé.

LE PLATEAU DU TAMIL NÂD.

Au Sud du Mysore, le plateau du Tamil Nâd (ou Pays Tamoul) s'étend jusqu'au cap Kanya Kumâri (ou Comorin), se rétrécissant progressivement entre les Ghât occidentaux et la plaine littorale du Coromandel. Il est essentiellement constitué, comme le plateau du Mysore, par le socle archéen (gneiss péninsulaires), dont la surface s'incline doucement vers l'Est ; mais aucune transgression marine n'a laissé ses sédiments sur les gneiss. L'altitude est généralement inférieure

(1) Pichamuthu (c. s.). The Drainage Pattern of Mysore State. Journal of Mysore University. Section B. vol. 4, pt. XI, 1943 b. pp. 171-187.

(2) Appelé par Spate Karnâtak de Bombay, parce que, avant le remaniement du 1-11-56 il appartenait à l'Etat de Bombay. C'est, en gros, le plateau situé au Nord de la Tungabhadra.

à 300 mètres, sauf dans la région de Coimbatore, où un seuil plus élevé, séparant le Tamil Nâd de la trouée de Pâlgât, s'étend des Nilgiri aux Anamalai.

La topographie de ce plateau présente un contraste net avec celle du Mysore. Son aspect est beaucoup plus nivelé : nous sommes en présence d'un pédiment bien caractérisé, parsemé d'inselbergs de toutes dimensions. Ce nivellement s'explique par l'encadrement de régions plus élevées (Ghât occidentaux et orientaux, plateau du Mysore et Biligirirangan) qui a favorisé l'action des sheet-floods pendant la période de climat semi-aride.

Il faut écarter l'hypothèse ancienne d'une abrasion marine expliquant le nivellement du Tamil Nâd. Comme on le verra plus loin (étude des deux plaines littorales), le niveau de la mer ne semble pas s'être élevé, au dessus du niveau actuel, de plus de 150 mètres; par suite, les transgressions marines récentes n'ont pu recouvrir que le rebord oriental du socle archéen.

C. LES GHÂT

Les Ghât sont soit les rebords escarpés, soit les bourrelets montagneux, par lesquels se limite, à l'Est et à l'Ouest, le plateau archéen du Dekkan. La notion de ghât s'éclaire davantage, si on considère les significations de ce mot en hindi : le bord escarpé d'un cours d'eau, l'escalier d'un quai; mais aussi un chemin, un passage escarpé à travers la montagne. Par une extension de sens, le mot ghât désigne le massif montagneux tout entier; mais il évoque toujours des pentes abruptes, difficiles à gravir.

L'ensemble des ghât méridionaux, ceux de l'Ouest et ceux de l'Est, pose des problèmes relatifs à leur constitution pétrologique et à la date de leur surrection.

LA CONSTITUTION PETROLOGIQUE DES GHÂT.

La constitution pétrologique permet de distinguer deux sortes de ghât.

1°/ Les ghât gneissiques.

Ils sont en réalité de composition complexe. Ils sont constitués par les roches que couvre l'expression vague de gneiss péninsulaires, à l'exclusion des charnockites. Ce sont les bordures du plateau de Mysore : Ghât du Mysore et Ghât du Kârvetnagar.

2°/ Les ghât gneissiques et charnockitiques.

Ils comprennent, outre le gneiss péninsulaire, des blocs importants de charnockites. Ce ne sont pas des rebords de plateau, mais des bourrelets montagneux bien distincts, que nous appelons plus loin les Ghât occidentaux et les Ghât du Tamil Nâd.

Il faut y joindre les Biligirirangan, massif médian, bloc charnockitique engagé dans la bordure méridionale du Mysore.

LES GHÂT OCCIDENTAUX ET LES BILIGIRIRANGAN.

Le bourrelet montagneux des Ghât occidentaux, qu'on peut suivre de la Tapti au cap Kanya Kumâri, présente un abaissement d'axe marqué, à la latitude de la Krishna et de la Tungabhadra, dans la région de Shimoga. C'est cet abaissement d'axe qui permet de distinguer, dans l'ensemble des Ghât occidentaux, la partie méridionale que nous considérons ici : celle-ci s'étend du massif des Baba Budan (limitrophe du plateau de Mysore) au cap Kanya Kumâri ; elle comprend même, pour d'évidentes raisons de structure, les montagnes méridionales de Ceylan.

Dans leur extension en territoire indien, ces massifs occidentaux se divisent en plusieurs blocs que séparent les trouées :

1°/ Les massifs au Nord de la trouée de Palghât.

C'est une chaîne continue, dont les môles les plus élevés sont le Coorg et le môle des Nilgiri et Wynaad (Wainâd), qui atteint 100 Km. d'épaisseur de l'Ouest à l'Est.

2°/ Les massifs au Sud de la trouée de Palghât.

Ce sont les massifs les plus vastes qu'on rencontre dans tous les ghât du Dekkan. Le bloc des Palni, des Anamalai et des Kanan Devan atteint 170 Km. d'épaisseur de l'Ouest à l'Est (la moitié de la largeur de la péninsule à cette latitude).

Au Sud de la trouée secondaire de Tenkâsi, les Ghât s'aminçissent notablement ; les crêtes s'abaissent progressivement et se terminent, à 6 Km. du cap Kanya Kumâri, par des mornes déchiquetés.

3°/ Les Biligirirangan.

Il faut joindre aux Ghât occidentaux un massif voisin : les Biligirirangan. C'est un bloc de charnockite analogue aux Nilgiri, mais moins élevé, qui se développe surtout au Sud de Kollegâl et à l'Ouest de Mettûr. Son relief est engagé dans celui du plateau de Mysore, sur la marge méridionale de celui-ci ; c'est pourquoi les études de relief ne

le distinguent pas toujours de celui-ci. En réalité, les Biligirirangan se distinguent du Mysore, non seulement par leur constitution charnockitique, mais par leur altitude : ils atteignent 1.743 m., dépassant ainsi d'environ 1.000 mètres l'altitude moyenne du Mysore.

Les Ghât occidentaux et orientaux ne forment donc pas deux unités nettement séparées l'une de l'autre. Il existe entre eux des ghât médians, qui sont des blocs de charnockite : les Biligirirangan, à l'Ouest, proches des Nilgiri ; et les Shevaroy, qui se rattachent morphologiquement aux Ghât orientaux.

Cette région est aussi la plus élevée du Dekkan. En dépit de l'appellation courante de plateau, elle n'a jamais un aspect tabulaire. Ce sont de hautes surfaces vallonnées et disséquées par l'érosion, offrant un paysage de croupes aux formes mûres. Plusieurs massifs dépassent 2.000 mètres, notamment les Nilgiri (mont Dodabetta, 2.663 m.), les Anamalai, les Palni et les Kanan Devan (mont Aneimudi, point culminant du Dekkan, 2.687 m.), les montagnes de Ceylan (mont Pidurutalagala, 2.520 m.).

Mais les formes usées de ces hautes surfaces contrastent avec la jeunesse des versants, d'énormes falaises de plus de 1.000 mètres, telles les falaises de Kodaikanal à l'Est des Palni, les falaises orientales et méridionales des Nilgiri. Ces aspects de falaises sont plus caractéristiques du versant oriental des Ghât, où un climat plus sec a mieux préservé les formes abruptes. Sur le versant occidental, les falaises ne se sont conservées que par fragments : car la pluviosité du climat a entraîné une profonde dissection de ce versant. Il n'existe donc point de muraille à pic dominant la plaine littorale ; mais on passe par transitions des hautes surfaces à la plaine. Les Ghât avancent des éperons vers l'Ouest ; et d'anciennes îles gneissiques se dressent au milieu des sédiments.

C'est aussi une région morcelée. Si on fait abstraction de la trouée mineure de Tenkâsi (voie ferrée Tinnevely-Quilon), qui n'est qu'un col étroit, deux larges trouées fragmentent ces massifs : le détroit de Palk et la trouée de Palghât. Large de 27 Km., encadrée par les môles des Nilgiri et des Anamalai, la trouée de Palghât n'a point le caractère d'un col : c'est un plateau de moins de 300 mètres, donc plus bas que le plateau voisin de Coimbatore, incliné en pente douce vers la plaine littorale.

LES GHÂT ORIENTAUX.

Par une symétrie de langage, on a donné aussi le nom de Ghât aux bordures montagneuses de l'Est. Mais cet ensemble de reliefs présente plus de diversité que les massifs de l'Ouest. Nous distinguons ici trois sortes de ghât :

1°/ Les Ghât du Kârvetnagar.

Le massif du Kârvetnagar apparaît, par sa pétrologie et sa morphologie, comme une partie du Mysore. C'est l'ancienne bordure du Mysore, séparée de celui-ci par une zone effondrée. Nous montrons plus loin que l'escarpement du Kârvetnagar s'est formé au jurassique (c'est l'indice d'un soulèvement jurassique du Mysore). Il présente un aspect démantelé, des formes beaucoup plus usées que celles des ghât crétacés, dont nous parlons ensuite.

Le massif du Kârvetnagar et le plateau du Mysore, originellement solidaires, sont aujourd'hui séparés par le bassin de Chittoor, que nous appelons le graben crétacé. Les similitudes morphologiques révèlent en effet, que cette dislocation est contemporaine de la formation des ghât crétacés.

2°/ Les Ghât du Mysore.

Nous appelons ainsi la bordure escarpée du Mysore, à l'Est et au Sud de ce plateau. Sa morphologie est nettement plus jeune que celle des Ghât du Kârvetnagar; elle s'apparente à celle des Ghât du Tamil Nâd. C'est pourquoi nous estimons que les Ghât du Mysore doivent leur existence à une dislocation crétacée.

3°/ Les Ghât du Tamil Nâd.

Ces ghât sont une chaîne de bourrelets montagneux, fragmentée par des trouées: les monts Javâdi et Yelagiri, le massif Kalrâyan-Chitteri-Shevaroy, les Pachaimalai et les Kollimalai. Ces massifs présentent, avec les Ghât occidentaux, une analogie pétrologique: ce sont des formations gneissiques, dans lesquelles les charnockites tiennent une place importante, tandis qu'il n'y a point de charnockite dans les Ghât du Kârvetnagar et du Mysore. Nous montrons plus loin que les Ghât du Tamil Nâd se sont soulevés au crétacé.

Moins étendus que les Ghât occidentaux, les Ghât du Tamil Nâd sont également fragmentés par des couloirs, analogues à la trouée de Pâlgât, mais d'une ampleur moindre: les passes de Chengam et d'Âttûr. Ils sont moins élevés: 1.275 mètres dans les Yelagiri, 1.623 dans les Shevaroy, 1.394 dans les Pachaimalai. Dans l'ensemble, l'altitude est inférieure de 1.000 mètres à celle des Ghât occidentaux. Mais c'est le même relief de môles abrupts dominant les plateaux environnants: de hautes surfaces disséquées, des ensembles de croupes aux formes mûres, contrastant avec la jeunesse des escarpements qui les limitent.

Dans sa terminologie, O. H. K. Spate réserve le nom de ghât à ce que nous appelons les Ghât du Mysore ; il exclut de cette appellation les Ghât du Kârvetnagar et du Tamil Nâd, en désignant ces derniers par l'expression de Monts du Tamil Nâd. Cette restriction ne nous paraît pas heureuse. Certes, il est parfaitement justifié de renoncer à la dénomination de ghât pour les chaînes du Cuddapah ; car ces chaînes, formées de couches sédimentaires précambriennes et caractérisées par un relief appalachien, sont fondamentalement différentes de ce que nous appelons ghât. Mais nous estimons préférable de maintenir le nom traditionnel de ghât pour les autres massifs orientaux ; car sa suppression risquerait de masquer la parenté morphologique évidente qui existe entre les massifs de l'Ouest et ceux de l'Est.

LE PROBLÈME DE LA FORMATION DES GHÂT.

Ce problème comporte trois aspects principaux : l'existence de horsts et de grabens, l'intrusion des charnockites, la datation du soulèvement.

1°/ *Les Ghât considérés comme des horsts.*

Pour expliquer les Ghât, deux théories se sont affrontées : ou bien ce seraient des reliefs résiduels, vestiges d'anciennes chaînes de montagnes ; ou bien ce seraient des horsts, soulevés au dessus du plateau gneissique.

La théorie des reliefs résiduels est d'abord contredite par l'apparence même des massifs, par le contraste si frappant entre la maturité des hautes surfaces et la jeunesse des versants escarpés : ce contraste suggère l'idée que les Ghât sont des horsts. D'autres arguments morphologiques corroborent l'hypothèse d'un soulèvement des Ghât. D'abord la jeunesse de l'érosion sur leurs escarpements périphériques, contrastant avec les réseaux hydrographiques beaucoup plus évolués des hautes surfaces. En outre, il existe indéniablement de gigantesques failles sur les bords des massifs (1). Les études de Holland (1900-1901) ont mis en valeur les grands escarpements qui limitent plusieurs massifs charnockitiques (face SE des Nilgiri, Shevaroy). Ces falaises sont les indices d'une intense dislocation.

On peut donc adopter les vues de Wadia, qui présentent les Ghât méridionaux comme des horsts. Dans cette perspective, les grandes trouées qui fragmentent les Ghât (la trouée de Pâlgât et le détroit de Palk à l'Ouest, les passes de Chengam et d'Attûr à l'Est) sont des parties effondrées : des trouées tectoniques. La trouée de Pâlgât ne

(1) En ce qui concerne les Ghât orientaux, le système de failles sera étudié en détail dans le chapitre consacré à cette région.

peut s'expliquer par l'hypothèse d'un ancien cours d'eau, coulant vers l'Est ou vers l'Ouest ; sa surface bien nivelée présente le même caractère que celle des plateaux intérieurs.

S'il est indubitablement acquis que les Ghât ont été produits par des mouvements verticaux, on discute encore sur l'époque de leur soulèvement. La question se complique d'une théorie suivant laquelle les blocs de charnockites se seraient soulevés à une époque différente de celle du soulèvement des gneiss. Il faut donc examiner séparément le soulèvement des charnockites.

2°/ *L'intrusion des charnockites.*

Les études de Holland (1900-1901) ont montré que les escarpements des grands massifs charnockitiques (Nilgiri, Shevaroy) sont dûs à des failles. Holland observait, le long de ces cassures, un intense broyage des roches (brecciation) produisant des conglomérats de fins fragments angulaires ; ces roches n'ont pas le caractère de laves injectées après une fusion complète, mais indiquent un broyage en fins éléments. Ceci est un indice que ces blocs charnockitiques ont été soulevés, par un mouvement qui leur est propre, au dessus du gneiss péninsulaire qui les environne.

Holland mentionne également un dyke basique s'étendant sans interruption d'un bord à l'autre de la masse charnockitique des Shevaroy ; or il n'existe aucune continuation de ce dyke dans le bas pays adjacent, soit au NO, soit au SE. Holland conclut qu'il n'est pas invraisemblable que la masse charnockitique des Shevaroy soit structuralement aussi bien que pétrologiquement différente des roches du bas pays environnant.

Régions élevées, les blocs charnockitiques semblent donc provenir d'une grande profondeur par un mouvement vertical. D'après les observations faites par Montessus de Ballore (1904), on constate que la zone charnockitique a une plus forte sismicité que le reste du Dekkan ; et cette sismicité est plus forte sur la côte orientale que sur la côte occidentale.

Mais on ne saurait suivre Pichamuthu (1953) dans sa tentative de datation du soulèvement charnockitique. Pichamuthu admet, par hypothèse, que certaines latérites, que l'on trouve aujourd'hui à des niveaux différents, formaient à l'origine une couche détritique continue, couvrant des surfaces de charnockites : latérites des monts Shevaroy, latérites du Mysore, latérites couvrant les sédiments miocènes du Kerala. La fragmentation de cette couche primitive en plusieurs niveaux serait post-miocène. Elle serait due, selon Pichamuthu, aux mouvements verticaux affectant les charnockites ; par conséquent, le soulèvement des charnockites serait post-miocène.

Mais la théorie de Pichamuthu n'est pas convaincante. En supposant une même origine et un même niveau primitif pour toutes les latérites du Dekkan méridional, elle méconnaît la distinction, établie par les géologues du XIX^{ème} siècle, et nullement controvérsée, entre deux sortes de latérites : les latérites de haut niveau, autochtones, et les latérites de bas niveau, détritiques. De plus, placer le soulèvement des massifs charnockitiques aussi tard que le pliocène est une thèse insoutenable. Nous montrons plus loin que le massif charnockitique des Pachaimalai s'est soulevé au crétacé.

Nous montrons également, par l'observation morphologique des Ghât orientaux, que charnockites et gneiss sont solidaires dans le soulèvement de ces Ghât. Il s'en suit qu'on ne peut envisager, au cours de la formation des Ghât, un soulèvement de charnockites distincts de celui des gneiss.

L'intrusion des charnockites à travers les gneiss est un fait certain depuis les travaux de Holland. Mais c'est un fait très ancien, qu'on n'a pas encore daté. Au moment où les Ghât se sont soulevés, cette intrusion était réalisée depuis longtemps.

3° / *La date de la formation des Ghât.*

Les géologues admettent, d'après des arguments paléontologiques probants, qu'il existait, depuis l'ère primaire, une connexion entre le Dekkan, l'Afrique Orientale et Madagascar (continent de Gondwana) ; cette connexion a existé jusqu'au jurassique. On verra plus loin, par la datation des plus anciennes transgressions marines sur ce rivage, que la rupture est antérieure à l'éocène. C'est donc avec vraisemblance que la rupture du Gondwana se situerait au crétacé, époque des grandes dislocations du Dekkan qui ont produit l'épanchement des Traps.

Or une liaison paraît probable entre la rupture du Gondwana et le soulèvement des Ghât : la direction du rivage occidental et celle des Ghât occidentaux proviennent des mêmes cassures. Cette constatation suggère que les Ghât se seraient soulevés également au crétacé : toutes ces grandes dislocations seraient contemporaines (à l'exception, bien entendu, des Ghât du Kârvetnagar, qui datent du jurassique). Ce n'est là qu'une présomption des géologues. Mais nous montrons plus loin, en tirant parti de certaines observations de Blanford, que le massif des Pachaimalai s'est soulevé au crétacé. L'analogie morphologique permet d'étendre cette datation à l'ensemble des Ghât du Tamil Nâd, aux Ghât du Mysore et, dans une certaine mesure, aux Ghât occidentaux (1).

(1) Il serait en effet, simpliste d'utiliser ce procédé analogique pour situer au crétacé le soulèvement des Ghât occidentaux *dans leur ensemble*. Ceux-ci sont assez complexes ; il est possible que leur soulèvement ait comporté plusieurs phases. Cette question ne pourrait être élucidée que par une recherche approfondie, qui n'entre pas dans le champ de la présente étude.

4°/ La date de la formation des trouées tectoniques.

La datation des trouées tectoniques est, par rapport à celle des Ghât, un problème secondaire. Nous pensons que le soulèvement des Ghât et la formation des trouées sont des phénomènes simultanés ou que l'écart chronologique qui les sépare est négligeable. En effet si la formation des trouées était sensiblement postérieure au soulèvement des Ghât, cela se traduirait dans la morphologie : les bords escarpés des trouées auraient un aspect plus jeune que les autres bords des massifs. Or on ne constate point une telle différence. Ainsi le rebord des Nilgiri présente le même caractère du côté de la trouée de Pâlgât et du côté de l'Est. Ainsi les Kalrâyan présentent, au dessus de la trouée d'Âttûr, le même aspect que sur leurs autres bords.

La géologie ne nous permettrait pas d'apporter plus de précision dans la datation des trouées. La première transgression marine qui, à notre connaissance, ait franchi le détroit de Palk et séparé Ceylan du continent, la transgression miocène, nous fournit une indication : la formation du détroit de Palk doit être antérieure au miocène.

D. LE SYSTÈME DU CUDDAPAH (KADDAPA)

Les sédiments du Cuddapah (que les géologues assimilent chronologiquement à l'Algonkien) représentent la plus ancienne transgression marine connue sur la côte orientale du Dekkan. Elle apparaît, sur la carte géologique, comme un vaste croissant irrégulier dont la pointe nord dépasse légèrement le cours de la Krishna, tandis que la pointe sud atteint presque la latitude de Madras, le côté concave du croissant étant tourné vers la mer.

Comme l'a remarqué D. N. Wadia, le système du Cuddapah est, en réalité, un ensemble de plusieurs systèmes, présentant une épaisseur totale de sédiments de plus de 6.000 mètres dans lesquels on ne trouve aucun fossile : schistes, ardoises, quartzites, calcaires, etc., avec des intercalations de laves. On y inclut généralement le système du Karnûl, qui en est la partie supérieure. L'ensemble comprend les couches suivantes :

Série du Karnûl (600 mètres) :

Kundair	{	Schistes
	{	Calcaires
Pâniâm		Quartzites
Jammalamadûgû	{	Schistes
	{	Calcaires
Banaganpalli		Grès (généralement très grossier)

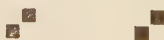
Série du Cuddapah

Kistna (600 mètres) ..	{	Quartzites
		Ardoises
	{	Quartzites
Nallamalai (1.000 „) ...	{	Ardoises
		Quartzites
Cheyair (3.150 „)	{	Ardoises
		Quartzites (de Nagari)
Pâpâgni (1.350 „)	{	Ardoises
		Quartzites

Les divers groupes du Cuddapah reposent les uns sur les autres en discordance ; mais le pendage des couches reste généralement faible. Ceci indique que la région n'a pas subi de dislocations tectoniques importantes. Les principaux mouvements sont verticaux : ce sont ceux du socle archéen sous-jacent, que les roches du Cuddapah ont suivi. Les actions volcaniques sont contemporaines de la première moitié du Cuddapah (Pâpâgni et Cheyair). Ce sont elles qui ont interposé des coulées de laves et des dépôts de tufs entre les sédiments.

Dans son aspect actuel, le vaste croissant des terrains du Cuddapah est un ensemble de dépressions intérieures et de chaînes parallèles aux bords du croissant. En dépit de l'altitude, qui dépasse parfois 1.000 mètres, cette région ne peut être assimilée à celle des Ghât orientaux, car sa structure est radicalement différente : ce sont des chaînes et des dépressions de caractère appalachien.

Nous montrons plus loin comment ce système a évolué. D'abord, une pénéplanation des chaînes primitives. Puis le relèvement jurassique, solidaire du relèvement du socle archéen, dont les Ghât du Kârvetnagar sont le témoin. A partir de ce moment, se produit l'évolution appalachienne : déblaiement de dépressions intérieures (comme le bassin de Cuddapah) ; mise en relief de chaînes suivant les directions primitives du plissement ; surimposition du réseau hydrographique, les cours d'eau conséquents (Krishna, Pennâr, etc...) franchissant les chaînes par des trouées épigéniques.



— II —

LA REGION SEDIMENTAIRE RECENTE

Disposées avec une sorte de symétrie entre la région précambrienne et la mer, les deux zones sédimentaires récentes, constituées en majeure partie par des plaines littorales, présentent des analogies et des différences qu'il importe de souligner. A l'Ouest, la plaine du Kerala et du Kannara (1). A l'Est, la plaine du Coromandel (2) et de l'Andhra.

Ces deux plaines diffèrent en largeur. La plaine orientale varie de 60 à plus de 100 Km. de largeur (région du delta de la Kâviri). La plaine occidentale dépasse parfois 60 Km. (région de Mangalore, de Trichûr, de Cochin), mais se rétrécit à environ 20 Km. sur plusieurs points : cette grande inégalité est due à la ligne irrégulière des Ghât, qui projettent vers un rivage presque rectiligne leurs contreforts et leurs promontoires.

A. KERALA ET COROMANDEL :

ANALOGIES ET CONTRASTES

LE PARALLELISME DES FORMATIONS SEDIMENTAIRES DE L'OUEST ET DE L'EST.

Le littoral oriental existe depuis une époque très ancienne, celle de la transgression du Cuddapah, tandis que le littoral occidental ne semble pas avoir existé (dans l'état actuel des connaissances géologiques) avant l'éocène. Par conséquent, aucun parallélisme des formations géologiques ne peut être établi avant le Tertiaire : la plaine orientale est seule à posséder des formations jurassiques (région de Madras) et des formations crétacées (région de Pondichéry et surtout de Tiruchirappalli).

-
- (1) Le Kerala est l'Etat de langue malayâli (région littorale SO); la région appelée le Kannara, situé plus au Nord, est la zone littorale appartenant à l'Etat de Mysore, de langue Kannara.
- (2) Le nom de Coromandel (Cholamandalam, pays des Chola) s'applique traditionnellement à une région très vaguement délimitée, qui correspond en gros à la zone littorale du Tamil Nâd (Pays Tamoul, Etat de Madras). Le nom de Carnatic ou Karnâtak ne s'applique plus à cette région; on applique actuellement le nom de Karnâtak aux plateaux de l'Etat de Mysore, ou parfois à l'Etat de Mysore tout entier.

Depuis le début du Tertiaire, on peut identifier sur les deux côtes des formations analogues. L'éocène marin est, à Pondichéry, un calcaire révélé par des sondages. D'autre part, sur la côte occidentale affleurent les couches de Quilon (Kwailon) à la base des falaises basses de Quilon, ainsi que dans les puits de la région : ce sont des marnes, dans lesquelles les géologues du XIX^{ème} siècle (King) ont trouvé une faune marine à facies éocène.

On ne sait rien de l'oligocène. Mais le miocène est représenté d'une façon certaine sur les deux rivages par une transgression qui sépare pour la première fois Ceylan du continent (transgression tortonienne). Du côté oriental, ce sont les parties profondes des grès de Cuddalore (Kadalûr), bien connues dans la région de Cuddalore-Vriddhachalam. Du côté occidental, ce sont les couches de Warkallay, qui reposent sur les couches de Quilon et sur les gneiss : elles affleurent assez largement dans le Keraïa, où elles forment parfois sur le rivage des falaises basses (au Sud de Quilon, à Beypore, à Cannanore); on retrouve des couches semblables sur la côte du Konkan, près de Ratnagiri. Grès de Cuddalore et couches de Warkallay semblent se relier par l'affleurement de Nagerkoil (à 18 Km. du cap Kanya Kumâri), qui est une très petite étendue de grès divers, associés à un peu de latérite.

Les formations miocènes se sont déposées dans la mer; les géologues l'affirment en ce qui concerne le Kerala. Mais ce sont des dépôts littoraux, présentant des couches très variées et de nombreux changements de facies. Un caractère commun au Coromandel et au Kerala est la présence de lignites miocènes : dans le Coromandel, les gisements de Neiveli, de Pondichéry; dans le Kerala, les gisements de Quilon (Kwailon), Cannanore; Kozhikode (ou Calicut).

COUPE DES COUCHES DE WARKALLAY

Coupe King sur une épaisseur de 54 mètres, à 18 Km. au Sud de Quilon :

Latérite (avec masses de grès)

Argiles sableuses (avec lithomarge)

Argiles sableuses (avec bandes de grès)

Argiles à alun

Couches de lignite (avec bûches de bois)

La base des lignites repose sur un sable blanc meuble.

Coupe O. Cannau (1876) : section de puits de 17 mètres à Cannanore
(à 400 mètres de la mer).

Terre rouge et gravier	épaisseur : 2 m,40
Latérite compacte dure	" 6 m.
Argile rouge et jaune	" 3 m.
Argile bleue	" 3 m.
Couche de lignite	" 1 m,20
Sable blanc avec nappe d'eau	" 1 m,20

Le pliocène recouvre le miocène dans le Coromandel. Il y est constitué par les couches supérieures des grès de Cuddalore. C'est un dépôt continental (néogène continental). Les seuls fossiles qu'on y rencontre sont des troncs d'arbres silicifiés abondants, sur l'identification desquels on n'est point d'accord ; les plus remarquables sont ceux de Suttukeni, dans la région de Pondichéry. On ne signale point de pliocène dans le Kerala. Cette différence entre le Coromandel et le Kerala s'explique par le climat. Dans le Coromandel, où régnait un climat semi-aride, les eaux s'épalaient en nappes torrentielles (sheet-floods), qui déposaient des cônes de déjections. Dans le Kerala, où régnait un climat pluvieux, les cours d'eau creusaient des vallées et entraînaient leurs alluvions dans la mer.

Les divers dépôts quaternaires sont représentés dans les deux plaines : latérites superficielles et alluvions anciennes (dans lesquelles on a trouvé des objets paléolithiques), sables déposés dans les lits des cours d'eau, alluvions des lagunes et cordons littoraux.

LE CONTRASTE MORPHOLOGIQUE DU COROMANDEL ET DU KERALA.

S'il existe de grandes analogies entre les formations géologiques des deux plaines, celles-ci présentent, par contre, un contraste morphologique frappant. Les paysages s'opposent. Le Kerala est un pays aux formes variées : on y reconnaît, à différents niveaux, des surfaces d'érosion disséquées par les vallées. Le Coromandel est uniforme : un glacis en pente douce, partant du pied des Ghât ou des chaînes du Cuddapah, descendant jusqu'à la mer. A part les inselbergs dont il est hérissé, il offre peu d'accidents topographiques ; il n'y a point de vallées. Cette différence tient au climat : le Kerala est modelé par l'érosion normale ; le Coromandel, nivelé par les sheet-floods.

Il en résulte que la morphologie du Kerala est plus aisément déchiffrable. Son évolution fournit des points de repère, auxquels il est utile de se référer, lorsqu'on étudie l'évolution du Coromandel.

B. LA PLAINE DU KERALA

L'ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE DU KERALA.

Nous pouvons suivre l'évolution du Kerala depuis le miocène :

1°/ *La phase de submersion miocène.*

Le niveau marin de cette époque a été déterminé par George Kuriyan. Il est attesté par une plate-forme d'abrasion, découpée dans les gneiss du rivage. Les vestiges de cette plate-forme sont appelés par George Kuriyan le *Plateau Latéritique*, en raison des latérites qui le recouvrent. Ce sont de nombreuses surfaces, au niveau approximativement égal, situées vers 180 m., 195 m., 165 m. d'altitude.

A la même époque, se déposent dans la mer les couches de Warkallay (1). Le climat miocène semble propice à la latérisation, car ces couches de Warkallay contiennent beaucoup de dépôts latéritiques.

2°/ *La phase d'émersion post-miocène.*

Au pliocène, le niveau marin s'abaisse (ceci est attesté par des traces de rivages lagunaires dans certains puits de Pondichéry). Il en résulte que les couches de Warkallay, désormais émergées, subissent l'action des eaux courantes. Elles forment alors une surface d'érosion : la *surface d'érosion post-miocène*. Le drainage, ainsi que l'a montré George Kuriyan, s'organise autour d'un groupe d'éminences gneissiques, dont l'altitude indique que ce sont d'anciennes îles de la mer miocène : Urakuthmalai (476 m.), Pandalûr (608 m.), Pranakod (542 m.), Olavathûr Kunnu (244 m.), Kondotti (237 m.). Par suite, la surface d'érosion postmiocène se présente comme une pente très douce partant de ce groupe de collines et descendant à la fois vers les Ghât et vers la mer.

En même temps, les cours d'eau creusent des vallées, qui entaillent la masse des couches de Warkallay. La surface d'érosion post-miocène est ainsi disséquée. Ce qui reste de cette surface forme les terrasses de Warkallay. Ce sont des fragments de plateaux, dont

(1) On a retrouvé dans le Kerala, des vestiges marins (coquilles, arêtes, coraux) jusqu'à 75 m. d'altitude.

l'altitude se tient entre 45 et 60 mètres : ces surfaces planes, nettement découpées par les vallées, sont le trait caractéristique de la topographie du Kerala.

Ce plateau atteint la mer en plusieurs endroits où il se termine par des falaises. Ce plateau est bien apparent au Nord de Cochin, dans le Malabar District, et dans la région de Trivandrum. Les terrasses disparaissent graduellement au Sud de Trivandrum ; leur dernière trace est la haute surface plate bordant la mer à Kolachel.

3°/ *La formation et le colmatage des lagunes.*

George Kuriyan a remarqué, sans expliquer ce phénomène, que l'émersion des couches de Warkallay engendra un rivage découpé. A première vue, ce fait paraît anormal, puisque les rivages d'émersion sont généralement exempts de découpures. Nous pouvons l'expliquer en rappelant que les couches de Warkallay, qui s'étaient déposées près du rivage, pouvaient présenter des inégalités d'épaisseur ; dans ce cas, les parties épaisses formeraient des caps dans la mer, tandis que les parties plus minces formeraient des baies. Mais on peut admettre aussi une légère submersion. Nous avons la preuve que, dans le Coromandel, après la grande émersion pliocène, un mouvement graduel de submersion s'est produit (d'après les puits de Pondichéry). Il est donc probable qu'une submersion a aussi affecté le Kerala ; et la conséquence en est un rivage au dessin festonné.

Les baies de ce rivage festonné ont été transformées en lagunes lors de l'émersion néolithique, dont le souvenir est lié à la légende de Parasu Râma (probablement au 1er millénaire avant l'ère chrétienne). Cette émersion a découvert les basses terres (alluviales) du Kerala et entraîné la fermeture des baies par des cordons littoraux.

Par suite, le rivage du Kerala se régularise : il évolue vers le tracé rectiligne qu'il montre aujourd'hui. Mais il conserve des portions de côte élevées, correspondant aux anciens caps, et des baies en voie de colmatage. La baie située au Nord de Quilon est comblée par les alluvions des cours d'eau et de la mer ; elle s'emplit de sables marins, de calcaires (coquilles et coraux), d'argiles, de terres variées. Par endroits, se forment d'étroites bandes sableuses, bordant la zone des terrasses de Warkallay (ainsi au Sud de Quilon et au Nord de Calicut) ailleurs la zone basse s'élargit (entre Quilon et Alleppey), les cordons littoraux délimitent des lagunes (à Cochin, à Mangalore).

L'humanité a été contemporaine du comblement des lagunes et du recul du rivage vers l'Ouest. La toponymie révèle que certains villages, aujourd'hui éloignés de la mer, se trouvaient alors sur le littoral

ou au bord d'une lagune. Tels sont les villages de Kadakkara (Kadal + Kara = Bord de mer), de Ezhikhara (Azhi + Kara = Bord de la mer), Kadathuruti (Kadal + Thuruthu = Ile dans la mer). Le port de Tropina, cité par Mégasthènes au IV^{ème} siècle av. J. C., est l'actuel Trippunithura, qui est à 6 Km. de la mer. Les populations de jadis, impressionnées par ce recul des flots, en ont cristallisé le souvenir dans la légende de Parasu Râma, qui fit surgir des flots, par ses pouvoirs surnaturels, la plaine du Kerala.

Tout le littoral est régularisé par l'action d'un grand courant qui vient de l'Afrique orientale et atteint l'Inde vers le district de South Kanara, où il se divise en deux branches littorales nord-sud et sud-nord. Les cordons littoraux sableux s'alignent sur les saillies du rivage et tendent à barier les estuaires. De Calicut au cap Kanya Kumâri le cordon littoral n'est interrompu que par les estuaires et l'entrée des lagunes. Au Nord de Calicut, subsistent les falaises vives de la formation de Warkallay (Tellichery, Cannanore); ces falaises ont 15 mètres de hauteur à Cannanore. Une hauteur isolée sur le rivage est l'Elimala ou Mont Deli (1) (256 m.), qui est une colline de gneiss et de latérite, ancienne île de la mer miocène.

Dans son état actuel, le littoral du Kerala semble indiquer un arrêt du mouvement d'émerision et même une lente reprise de l'empiétement de la mer sur la terre : C'est ce que révèlent l'existence de falaises vives et la profondeur des lagunes, beaucoup plus accessibles à la navigation que les lagunes du Coromandel.

LES ZONES MORPHOLOGIQUES DE LA PLAINE DU KERALA.

Au dessous des pentes gneissiques ou charnockitiques des Ghât, la plaine du Kerala se divise en trois zones morphologiques :

1°/ Le plateau Latéritique.

C'est la région gneissique latérisée, qui se développe, en général, entre 75 et 180 mètres d'altitude. Les parties les plus hautes de ce plateau, vers 180 m., appartiennent à la surface d'abrasion miocène, qu'a reconnue George Kuriyan. Le trait le plus frappant de cette région est sa couverture épaisse de latérite. Quelle en est l'origine? est-elle autochtone ou détritique? Remarquons que les pentes des Ghât, au dessus de 180 m., sont généralement dépourvues de latérites; celles-ci s'accumulent au dessous de 180 m. et sont particulièrement épaisses au dessous de 120 m. Ceci donne à penser que l'érosion a enlevé les

(1) Le mont Deli est le premier point aperçu par Vasco de Gama sur la côte indienne, en 1598.

latérites des pentes supérieures pour les accumuler sur le plateau inférieur. Les latérites du Kerala sont donc, en majeure partie, détritiques.

Le plateau latéritique est profondément entaillé par des vallées, plus ou moins en forme de gorges, atteignant de 90 à 120 mètres de profondeur. Il arrive que s'y insinue quelque lagune aux rivages élevés et escarpés.

2°/ Les terrasses de Warkallay.

Cette zone est inférieure à 75 mètres. Les terrasses se développent entre 45 et 60 m. Elles s'appuient à l'Est sur le plateau latéritique ; elle est limitée à l'Ouest par les lagunes, les cordons littoraux ou la mer ; dans ce dernier cas, elle se termine par des falaises vives.

La topographie actuelle est celle d'une surface d'érosion tantôt ondulée — " les downs " —, tantôt en plateau assez uniforme, tantôt en petites collines basses au sommet plat. Cette surface est découpée par des vallées peu profondes où pénètrent les lagunes. Des îles gneissiques subsistent.

3°/ La zone basse alluviale.

C'est une zone purement alluviale, qui s'est développée sur les fonds de vallées et dans les baies de l'ancien rivage (du rivage antérieur à l'émersion néolithique). Elle est occupée par les lagunes actuelles, les lagunes colmatées d'alluvions fluviales, les cordons littoraux.

C. LA PLAINE DU COROMANDEL

L'ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE DU COROMANDEL.

Comme pour le Kerala, nous pouvons suivre la formation de la plaine depuis le miocène.

1°/ La phase de submersion miocène.

Il est impossible de reconnaître, sur l'uniforme glaciais du Coromandel, la ligne de rivage miocène. Mais, en nous référant à la ligne de rivage déterminée dans le Kerala par George Kuriyan, nous montrons plus loin que le niveau de la mer miocène était, dans le Coromandel, situé vers 150 m. d'altitude. Il en résulte que les Ghât orientaux, à la différence des Ghât occidentaux, ne constituaient pas la ligne de rivage, sauf dans le Sud du Kârvetnagar (région de Sholinghar) ; au Nord, la mer atteignait le pied des collines jurassiques et des chaînes du Cuddapah. Il s'est certainement formé une surface d'abrasion miocène ; mais celle-ci ne se distingue pratiquement pas des pédiments post-miocènes.

Pendant cette phase de submersion, se sont déposées dans la mer les couches profondes des grès de Cuddalore, contemporaines des couches de Warkallay.

2°/ *La phase d'émersion post-miocène.*

L'abaissement du niveau marin au pliocène entraîne l'émersion de roches variées : gneiss, jurassique, crétacé. L'évolution diffère radicalement de celle du Kerala. Le climat semi-aride empêche le creusement de vallées et la dissection des surfaces. Les nappes torrentielles, nivelant la région, créent des *pédiments* ; elles déposent aussi des cônes de déjections, qui constituent les couches supérieures des grès de Cuddalore.

Mais des phases de climat pluvieux, au pléistocène, permettent la dissection de la masse tendre des grès de Cuddalore. Ceux-ci ne subsistent que sous la forme de plateaux distincts, surfaces d'érosions que nous appelons les plateaux pliocènes.

3°/ *La formation et le colmatage des lagunes.*

Au cours du pléistocène, une reprise du mouvement de submersion crée un rivage modérément festonné. Puis l'émersion *néolithique*, comme dans le Kerala, transforme les baies en lagunes, favorise le développement de cordons littoraux. Le colmatage et la régularisation se poursuivent jusqu'à l'époque contemporaine.

LES ZONES MORPHOLOGIQUES DE LA PLAINE DU COROMANDEL.

A l'Est des hauteurs que constituent les Ghât orientaux, les collines jurassiques et les chaînes du Cuddapah, la plaine du Coromandel comprend trois zones morphologiques.

1°/ *La surface miocène et post-miocène.*

Cette surface est un glacis descendant en pente douce vers la mer, développé sur des roches variées, gneiss, jurassique, crétacé. Son origine est d'abord la surface d'abrasion miocène, mais surtout les *pédiments* post-miocènes. Le nivellement est presque parfait. Mais de nombreux inselbergs dominent cette surface ; ce sont des vestiges d'anciennes îles de la mer miocène.

2°/ *Les plateaux pliocènes.*

Ce sont les restes des cônes de déjections pliocènes (grès de Cuddalore). Leurs surfaces uniformes prolongent généralement celles du

glacis. Mais, le long de la mer, la dissection de l'époque pléistocène a souvent donné à ces surfaces un aspect de hauteurs, qui dominent la zone alluviale.

3°/ *La zone basse alluviale.*

Comme dans le Kerala, s'étend, le long de la mer, une zone basse, dont le colmatage s'est poursuivi depuis l'émersion néolithique. Elle comprend quelques lagunes (beaucoup moins importantes que dans le Kerala), des dépressions salines, des régions comblées d'alluvions fluviales, des cordons littoraux.



PREMIERE PARTIE

LES REGIONS MORPHOLOGIQUES DU COROMANDEL

(entre la Pennâr et la Kâviri)

Entre les plateaux intérieurs et la mer, la morphologie du Coromandel dépend des faits suivants :

a) Le socle archéen, qui s'abaisse graduellement vers la mer en plongeant sous les sédiments. Toute la région gneissique orientale est affectée d'un caractère structural qui détermine sa topographie : les gneiss présentent des traces de plissements vigoureux, dont la direction générale est parallèle à celle du littoral actuel, NE-SO ; et dans la même orientation se présentent des plans de clivage, dont l'existence paraît liée à celle des plissements. Ces plissements et ces plans de clivage déterminent la principale direction des failles, que recoupent d'autres failles d'une direction plus ou moins perpendiculaire, NO-SE. C'est suivant ce quadrillage de cassures que se manifestent les intrusions de dolérites et roches analogues qu'on a appelées les "dykes trappéens".

b) Les diverses transgressions marines, qui ont, depuis le précambrien, recouvert le socle archéen de leurs sédiments. Tantôt ces sédiments constituent des traits topographiques importants (c'est le cas du Cuddapah et du jurassique), tantôt ils sont complètement nivelés.

c) La prépondérance du climat semi-aride depuis le miocène, mais avec des phases pluvieuses. Ce climat a déterminé un relief de pédiments et d'inselbergs.

Nous distinguerons les régions morphologiques suivantes :

1/ Les bordures du Mysore, c'est-à-dire les Ghât du Mysore proprement dit et le massif de Kârvetnagar, qui est un fragment détaché de ce plateau

2/ Les Ghât du Tamil Nâd, c'est-à-dire l'arc montagneux des Javâdi-Kalrâyân-Chitteri-Shevaroy et le bloc montagneux des Kollimalai-Pachaimalai. Ce sont des horsts plus élevés, d'un soulèvement plus récent, qui s'apparentent aux Biligirirangan et aux grands massifs des Ghât occidentaux.

3/ Les chaînes du Cuddapah, formation sédimentaire précambrienne, depuis longtemps nivelée, mais qui a subi un rajeunissement appalachien.

4/ Les collines jurassiques ou formations du Râjmahal.

5/ La surface d'érosion miocène et post-miocène, qui a sans doute commencé par être une surface d'abrasion marine, mais qui a évolué en climat subaride jusqu'à sa forme actuelle (1).

6/ Les plateaux pliocènes, vastes cônes alluviaux, aujourd'hui disséqués.

7/ La zone littorale récente, dont nous reconstituerons la formation depuis le néolithique.



I

LES BORDURES DU MYSORE (MAÏSSOUR)

Le plateau du Mysore ne se limite pas à l'Est par un escarpement simple. La massif du Kârvetnagar fut originellement une partie intégrante de ce plateau, dont il est séparé aujourd'hui par le graben crétacé (bassin de Chittoor). Il y a donc deux lignes de ghât : les Ghât du Mysore (ou Ghât crétacés) et les Ghât du Kârvetnagar (ou Ghât jurassiques).

A. LES GHÂT DU MYSORE

ARGUMENTS EN FAVEUR D'UNE DISLOCATION CRETACEE.

Le plateau du Mysore a l'aspect d'un bastion dominant, à l'Est et au Sud, le plateau de Chittoor et le Bâramahâl par un escarpement d'environ 300 mètres : ce sont les Ghât du Mysore. Nous estimons que ces Ghât ont été formés par une dislocation crétacée. A l'appui de cette affirmation, nous avançons les arguments suivants :

1°- Les Ghât du Mysore sont, au point de vue morphologique, nettement plus jeunes que les Ghât du Kârvetnagar, qui sont incontestablement jurassiques.

(1) On peut se demander ce qu'était primitivement cette surface. Avant la transgression tertiaire, c'était la marge orientale du plateau du Dekkan, qui s'abaissait graduellement vers la mer et que des sédiments (Cuddapah ou jurassiques) recouvraient par endroits. Son état actuel, avec les alignements d'inselbergs parallèles au rivage, permet de l'imaginer hérissée d'alignements montagneux discontinus.

2°- Les Ghât du Mysore englobent dans leur partie méridionale les Biligirirangan, massif charnockitique ; et il n'y a pas de différence morphologique, dans cette bordure, entre les parties gneissiques et les parties charnockitiques. Or tous les blocs de charnockites présentent, dans leur morphologie, un apparemment évident ; il est donc possible de dater leur soulèvement par référence à celui des Pachaimalai, dont le soulèvement se situe certainement au crétacé, entre les transgressions d'Ûttattûr et de Trichinopoly. La datation des Pachaimalai permet la datation des massifs charnockitiques et, par suite, des massifs gneissiques qui en sont solidaires.

3°- Les Ghât du Mysore apparaissent dans un stade de jeunesse voisin de celui des Ghât du Tamil Nâd, que nous datons du crétacé supérieur par référence aux Pachaimalai (1).

UNE BORDURE DISSEQUEE AUX PENTES ABRUPTES.

Dater du crétacé les Ghât du Mysore pose cependant un problème, qui se retrouvera pour les Ghât du Tamil Nâd : comment une dislocation aussi ancienne que le crétacé peut-elle présenter cette raideur d'escarpement ?

C'est que les Ghât du Mysore ont évolué, au moins depuis le miocène, dans un climat subaride qui favorise la raideur des pentes. Cet aspect abrupt ne doit pas tromper ; en réalité, la bordure du Mysore est déjà profondément dissequée. Cette bordure, le Bâlaghât, est une haute pénéplaine, grossièrement ondulée, dont l'altitude moyenne, atteignant 500 m. au Nord, s'élève au Sud vers 700 m.. Elle est hérissée de collines rocheuses de plus de 1.000 m. (1.373 près de Madanapalle), qui, lorsqu'elles sont proches de l'escarpement, accroissent l'ampleur de la dénivellation.

Ligne sinueuse, festonnée, le tracé des Ghât correspond à un escarpement de faille déjà évolué, ou plutôt à un complexe de cassures suivant lesquelles s'est exercée l'érosion des torrents. La dissection de l'escarpement s'est faite, en effet, suivant les principales directions de cassures, NO-SE et NE-SO, qui ont orienté les vallées : telles la Godd-Âr et la Malattâr, qui convergent dans la direction de Pernambattu ; la Kaundiniya Nadi, qui descend vers Gudiyâtam ; la Goddu Vanka et ses affluents, qui s'enfoncent dans le rebord du plateau suivant la direction NE-SO, recoupée par une direction OE ; de même la Pâlâr. Cette multiplicité des cassures explique la configuration complexe de la bordure du Mysore.

Quel est l'état d'avancement de la dissection ? Les vallées, en forme de V dans la partie supérieure des Ghât, s'élargissent en bas et présentent finalement le fond plat caractéristique de la région. La dissection est si avancée qu'elle a déterminée, en avant de l'escarpement des Ghât, la formation d'éperons, qui dominent le graben crétacé, et

(1) La question de la datation des Ghât est développée plus loin. Cf. Première Partie, Chap. II. et Deuxième Partie, Chap. II.

même l'isolement (partiel ou total) de petites chaînes et de collines, comme les massifs situés à l'Est de Pernambattu, véritables buttes-témoins du Mysore, dont les surfaces sommitales encore planes, à l'altitude voisine de 600 m., rappellent l'appartenance originelle au plateau.

Ainsi la bordure du Mysore porte les traces incontestables d'une dissection déjà ancienne, dont il n'est pas invraisemblable de reculer l'origine au crétacé. En même temps, le climat subaride, qui exerce son action au moins depuis le pliocène, a provoqué, au pied de l'escarpement, une érosion latérale : cela explique le nivellement du graben à la base des Ghât, la formation de vallées à fond plat et les pentes abruptes de l'escarpement. Ce sont là des formes apparentes de jeunesse, en réalité des formes de relief subaride, qui ne doivent pas faire oublier au morphologue l'ancienneté réelle de la dislocation (1).

LES INDICES D'UN RAJEUNISSEMENT RECENT.

La bordure du Mysore ne se présente pourtant pas sur toute sa longueur avec un aspect identique. Sa face orientale, moins élevée et plus disséquée, est largement ébréchée par les torrents. Mais la face méridionale (à partir de la région d'Ambûr) offre un aspect de falaise fort peu échancrée.

Sur cette face sud, le profil longitudinal des cours d'eau présente un aspect insolite. Les rapides de la Pâlâr et de la Ponnaiyâr n'ont pas le profil classique qu'engendre normalement l'érosion régressive. Encaissé dans des gorges profondes, le cours de la Pâlâr est affecté d'une rupture de pente : modérée dans les 30 premiers kilomètres (8 m, 50 par kilomètre), la pente devient beaucoup plus forte dans les 3 kilomètres inférieurs (25 m, 30 par kilomètre). Dans cette seconde section des rapides, la Pâlâr franchit une dénivellation de 77 m. avec une pente beaucoup plus forte, qui ne peut pas s'expliquer par une différence de dureté des roches soumises à l'érosion, mais qui fait songer à un rajeunissement récent : la bordure du Mysore aurait été soulevée, dans cette région, d'environ 80 m., ce qui expliquerait la forte pente des rapides.

Ce fait n'est pas isolé. La Kaundiniya Nadi, après avoir franchi une dénivellation de 200 m. avec un profil normal (d'abord 75 m. sur 1 Km, puis 25 m. par Km.), termine la descente des Ghât par un ressaut de 30 m. sur le bref parcours de 200 m.. Plus à l'Ouest, la Ponnaiyâr présente un profil longitudinal également curieux (2) ; et les chutes de la Kâviri accusent un rajeunissement hydrographique.

Ces anomalies de profil longitudinal semblent particulières à la bordure méridionale du Mysore. On ne les observe pas sur la bordure

(1) On retrouvera dans les Ghât du Tamil Nâd le même contraste : escarpements d'aspect jeune, mais aussi dissection avancée attestée par des bassins à fond plat (bassins de Padavedu dans les Javâdi) et des vallées intérieures à fond plat (surtout dans les Javâdi et les Kollimalai-Pachaimalai).

(2) Cf. fig. p. 50.

orientale, beaucoup plus disséquée, qui n'a d'ailleurs point de cours d'eau aussi importants. On ne les observe pas non plus dans les Ghât du Tamil Nâd.

Ce sont là, dans des gorges profondes, des traits de jeunesse hydrographique. L'action du climat subaride, qui explique la conservation de formes abruptes dans la muraille des Ghât, ne peut expliquer ces profils longitudinaux insolites. Mais cette question ne pourrait être étudiée d'une manière féconde qu'en embrassant l'ensemble des bordures du Mysore, ce qui déborderait le cadre limité de l'ouvrage présent. On se bornera donc à signaler, dans les rapides de la Pâlâr et des cours d'eau voisins, les indices d'un rajeunissement de la bordure sud du Mysore.

LES BRECHES DES GHÂT DU MYSORE.

Le franchissement des Ghât se fait par des passes à pente assez forte. Quatre passes permettent l'accès du plateau de Mysore par son rebord oriental : ce sont les quatre entailles les plus importantes dans les Ghât.

a) *La passe de Kallûr-Dâmalcheruvu* (route Madras-Cuddapah) permet l'accès du plateau par une double rampe : ce sont les entailles faites par deux torrents, la Chintalavanka et la Peddavanka, qui confluent au bas des Ghât, près de Dâmalcherruvu, pour former la Poini.

b) *La passe de Mogali* (route Chittoor-Palmaner) accède au plateau à travers un paysage de collines disséquées, en suivant la vallée d'un torrent.

c) *La passe de Sainigunta* (route Gudiyâtâme-Palmaner) emprunte une région plus disséquée encore ; après la remontée d'une profonde vallée, la Godd-Âr, le seuil de Sainigunta donne accès à la haute vallée de la Kaundiniya-Nadi, qui conduit à la région de Palmaner, sur le plateau.

d) *La passe de Naikaneri* (route Gudiyâtâm-Venkatagirikota), suivant la vallée de la Bata Vanka, est la plus difficile d'accès.

Du Nord au Sud, l'altitude croissante de la bordure du plateau est une des raisons qui expliquent la difficulté croissante des passes. Tandis que la passe de Kallûr-Dâmalcheruvu (septentrionale), relativement aisée, permet le passage d'une voie ferrée, les passes méridionales se situent dans le décor sauvage de vallées très encaissées. En effet les altitudes sont assez modérées dans la région de Kallûr (un peu plus de 500 mètres) la dénivellation y est réduite au minimum. Au contraire, la bordure du plateau est aux environs de 700 m. dans la région de Palmaner ; et l'altitude s'y élève parfois à 900 m. .

Au Sud de la passe de Naikaneri, la ligne des Ghât s'infléchit dans une direction NE-SO, suivant la grande cassure qu'emprunte le cours moyen de la Pâlâr (entre Vâniyambâdi et Gudiyâtâm). Le

relèvement du plateau de Mysore atteignant son maximum sur sa marge méridionale (altitude de 700 à 900 mètres), toute la partie méridionale des Ghât se présente comme une muraille abrupte. La dissection du rebord par les torrents a encore isolé un groupe d'éperons et de collines (au Nord et à l'Est de Krishnagiri) ; mais il n'y a plus ici aucune brèche notable dans l'escarpement, aucune passe comparable à celle de la bordure orientale. C'est seulement dans la région de la Ponnaiyâr supérieure que l'accès au plateau de Mysore devient relativement aisé (route Krishnagiri-Bangalore).

En conclusion, le relèvement du plateau de Mysore apparaît beaucoup plus marqué au Sud. La dislocation crétacée présente le maximum d'ampleur au Sud, en face des Ghât du Tamil Nâd, qui constituent l'autre bord du graben.

B. LE GRABEN CRETACE

Le plateau du Mysore est entouré, à l'Est et au Sud, par une marge affaissée d'environ 300 mètres d'altitude, comprenant deux bassins au fond nivelé, le bassin de Chittoor et le Bâramahâl, que relie le couloir Vâniyambâdi-Gudiyâttam. Cette région est un graben évident, car elle est limitée, d'un côté par les Ghât du Mysore et, de l'autre, par les horsts que sont les Ghât du Tamil Nâd. La datation crétacée du graben résulte de la datation des horsts qui l'encadrent.

LE BASSIN DE CHITTOOR.

A l'Est du Mysore, le bassin de Chittoor est une surface faiblement ondulée, parsemée de collines rocheuses. Il est encadré, à l'Ouest, par les Ghât du Mysore et, à l'Est, par le massif du Kârvetnagar. Au Nord, il est fermé par les chaînes du Cuddapah, qui s'accolent au plateau du Mysore près de la passe de Kallûr-Dâmalcheruvu. Au Sud, il s'étend jusqu'aux monts Javâdi (Ghât du Tamil Nâd).

C'est donc un bassin effondré, encadré par des massifs plus élevés. Les directions de failles, qu'on a reconnues dans les vallées des Ghât, se retrouvent ici dans le tracé de certaines vallées, en particulier dans la vallée rectiligne de la Poini : née dans la région de Dâmalcheruvu, cette rivière traverse tout le plateau avec une direction NO-SE, pour se jeter dans la Pâlâr. L'existence de failles peut sans doute expliquer, dans une certaine mesure, une dissection qui engendre un relief parfois tourmenté. Mais des étendues aplanies et des buttes rocheuses à allure d'inselbergs suggèrent qu'à l'époque du climat semi-aride les sheet-floods ou les rill-washes, descendus de tout le pourtour montagneux, ont dû jouer ici un rôle très important dans le nivellement fragmentaire du plateau. La tendance au nivellement n'a d'ailleurs point disparu : tous les cours d'eau de cette région, extrêmement chargés de sables, sont incapables de creuser ; ils ont tendance à étaler de larges lits sableux (1).

(1) En dehors de ces lits sableux, tous les débris ont été évacués vers la mer, ce qui indique la persistance d'un régime exoréique.

On remarquera que, vers l'Est, le graben de Chittoor n'est pas limité par un ghât aussi marqué que sur les autres côtés. Ceci s'explique par le caractère du massif de Kârvetnagar, ancienne bordure du Mysore, dont la dissection est très avancée.

LE BÂRAMAHÂL.

Au Sud du Mysore, le Bâramahâl est un bassin d'environ 400 m. d'altitude. Il est encadré par les Ghât du Mysore et par le bourrelet discontinu des Ghât du Tamil Nâd (monts Javâdi, Kalrâyan, Chitterri, Shevaroy). C'est une surface mieux nivelée que le bassin de Chittoor. Dans l'encadrement montagneux beaucoup plus important du Bâramahâl, l'action des sheet-floods a certainement été plus vigoureuse que dans le bassin de Chittoor. Les collines isolées (inselbergs) n'apparaissent que sur les bords (en particulier à l'Est et au Sud) : elles sont dues à la dissection des massifs voisins, dissection orientée par des failles qu'indiquent les directions rectilignes ou en ligne brisée de plusieurs cours d'eau (Ponnaiyâr, Pâmbâr, Vaniâr).

LE COULOIR VÂNIYAMBÂDI - GUDIYÂTTAM.

Le bassin de Chittoor et le Bâramahâl communiquent par un couloir, large de 5 à 10 Km. long de 40 Km. Ce couloir à fond plat, se raccorde parfaitement avec la surface des deux bassins qu'il relie. Il est limité par de hauts escarpements de failles : les Ghât du Mysore et les monts Javâdi.

La Pâlâr, qui descend du Mysore au dessus de Vâniambâdi, emprunte ce couloir. Elle n'y creuse pas de vallée. Il est évident que ce n'est pas elle qui l'a creusé. Car on peut constater, à proximité, les brèches que la Pâlâr et les autres torrents ont taillées dans les Ghât du Mysore : entre ces brèches, relativement modestes, et le couloir Vâniyambâdi-Gudiyâttam, il y a une disproportion qui exclut, pour ce dernier, la possibilité d'un creusement par les eaux courantes. Ce couloir est une trouée tectonique. Le rôle de la Pâlâr s'est borné au nivellement du sol au cours de la période de climat semi-aride, pendant laquelle ses eaux s'épalaient en sheet-flood ou s'anastomosaient en rill-wash.

Tout le cours moyen de la Pâlâr apparaît, d'ailleurs, depuis Vâniyambâdi jusqu'à Vellore, comme un cours orienté par une direction tectonique, marquée par les escarpements voisins des Ghât, puis par des dykes doléritiques.

C. LE MASSIF DE KÂRVETNAGAR

A l'Est du bassin de Chittoor, le massif de Kârvetnagar est un ensemble confus de hauteurs gneissiques. Au Nord, il s'accôle au massif de Kâlahasti (qui appartient au système du Cuddapah). Au

Sud, il se prolonge, sur la rive droite de la Pâlâr dans les collines de Vellore, qui sont presque accolés aux monts Javâdi. Sa limite orientale est le trait le plus saillant de sa topographie : c'est un escarpement au tracé rectiligne, que jalonnent, du Nord au Sud, les localités de Puttûr, Nagari, Tiruttani ; dans la région de Tiruttani, la direction de l'escarpement s'infléchit nettement au SO jusqu'à Sholinghar ; à Sholinghar, le tracé prend une direction NS, puis disparaît. Ce tracé en ligne brisée est une ligne de faille, marquée par des dykes doléritiques, en particulier les célèbres dykes à forme prismatique, qui se dressent en face du Nagari Nose, et les collines aux formes hardies de la région de Sholinghar.

Le massif du Kârvetnagar se présente comme un horst, large de plus de 30 Km., entre le graben de Chittoor et la cassure de Puttûr-Tiruttani. Cet escarpement oriental est apparu au jurassique, car il formait incontestablement le rivage de la mer à l'époque de Satyavedu (1). A ce moment, le graben de Chittoor n'existait pas encore. Nous avons donc la preuve qu'au jurassique supérieur (Satyavedu), le plateau du Mysore, récemment soulevé, s'étendait d'un seul tenant jusqu'à la mer orientale. L'ancienneté de cette bordure de Puttûr-Tiruttani explique son usure, son démantèlement. Elle ne forme pas une ligne de ghât continue, comme celle des Ghât du Mysore, qui sont plus récents.

On peut démontrer, par des arguments pétrologiques et morphologiques, l'appartenance originelle du Kârvetnagar au plateau de Mysore. Ce sont les mêmes roches, gneissiques, non-charnockitiques, dans le Kârvetnagar et le Mysore. L'altitude du Kârvetnagar approche rarement 600 m., c'est-à-dire l'altitude moyenne du Mysore sur sa bordure orientale. Sa topographie n'est plus celle d'un plateau : c'est un ensemble confus de bosses gneissiques, dont les sommets atteignent de 400 à 550 m. environ, plus compact au Nord (région de Kârvetnagar), nettement morcelé au Sud (région de Sholinghar). On a l'impression d'une ancienne bordure, qui est beaucoup plus disséquée que la bordure actuelle du Mysore pour deux raisons : l'érosion régressive des cours d'eau s'exerce, sur le versant oriental, depuis le jurassique : à cela est venue s'ajouter, après la formation du graben crétacé de Chittoor, l'érosion régressive s'exerçant sur le versant occidental (cours d'eau affluents de la Poini).

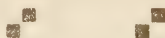
Le massif de Kârvetnagar, depuis le crétacé, est donc soumis à l'érosion régressive sur ses deux versants oriental et occidental. L'érosion régressive partant du bassin de Chittoor a entamé le massif beaucoup moins fortement que l'érosion partant de la dépression Puttûr-Nagari. Ceci s'explique par deux raisons : le drainage oriental est plus ancien que l'occidental ; le niveau de base déterminé par la dépression de Chittoor est plus élevé, partout supérieur à 150 mètres, tandis que le niveau de base de la dépression de Puttûr-Nagari est inférieur à 150 mètres.

(1) Ce fait est démontré plus loin dans les Collines Jurassiques (Première Partie, chap. IV).

Les cours d'eau ont déblayé, à l'intérieur du massif, des bassins, où l'érosion latérale, à l'époque du climat semi-aride, a créé de petits pédiments. Il en résulte l'existence de petits bassins intérieurs à fond plat, dont le plus important est le bassin de Kârvetnagar. Dans le Sud du massif (région à l'Ouest de Sholiughar), on remarque un débilement beaucoup plus poussé que dans le Nord; il ne subsiste de l'ancien massif que des inselbergs. La région est hachée de cassures en quadrillé; et un certain nombre d'inselbergs sont des dykes doléritiques, intrusions relativement récentes (1).

On remarquera le contraste hydrographique entre cette ancienne bordure (jurassique) du Mysore et la nouvelle bordure (crétacée). Alors que la bordure crétacée présente des traits de jeunesse hydrographique (chutes de la Kâviri, rapides de la Pâlâr et autres torrents), les Ghât du Kârvetnagar sont franchis par des cours d'eau d'aspect sénile, étalant leurs sables sur des lits à fond plat. Tel est le cas de la Pâlâr dans la trouée de Vellore (2).

Ce caractère de l'hydrographie souligne particulièrement le fait que les Ghât du Kârvetnagar sont de vieux ghât, dont l'aspect sénile contraste avec l'aspect jeune des ghât crétacés.



II

LES GHÂT ORIENTAUX DU TAMIL NAD

Au Sud du Mysore et du Kârvetnagar, se dresse un groupe montagneux fragmenté, qui se distingue des massifs précédents par ses particularités pétrologiques et morphologiques :

— l'auréole montagneuse des monts Javâdi, Kalrâyan, Chitteri et Shevaroy;

— le massif méridional des Kollimalai et des Pachaimalai (3).

Leur particularité pétrologique : à côté des gneiss variés, ces massifs contiennent des charnockites, qui sont absents de l'ensemble Mysore-Kârvetnagar.

Leur particularité morphologique : ce sont des horsts, dont les hautes surfaces, représentant vraisemblablement les vestiges d'un ancien plateau, sont en contraste avec les formes hardies de leurs bords. Nettement plus élevés que l'ensemble Mysore-Kârvetnagar, ils s'apparentent aux Ghât occidentaux. Ils forment un ensemble que fragmentent des couloirs : les trouées de Chengam et d'Attûr, les étroites brèches de Kottaipatti et de Manjavâdi.

(1) L'âge des intrusions doléritiques pose un problème que nous discutons plus loin. Cf. Deuxième partie, Chap. III, les *Inselbergs*

(2) La formation des trouées est étudiée plus loin. Cf. Deuxième partie, chap. III, le *Réseau Hydrographique*

(3) Le tamoul *malai* signifie montagne.



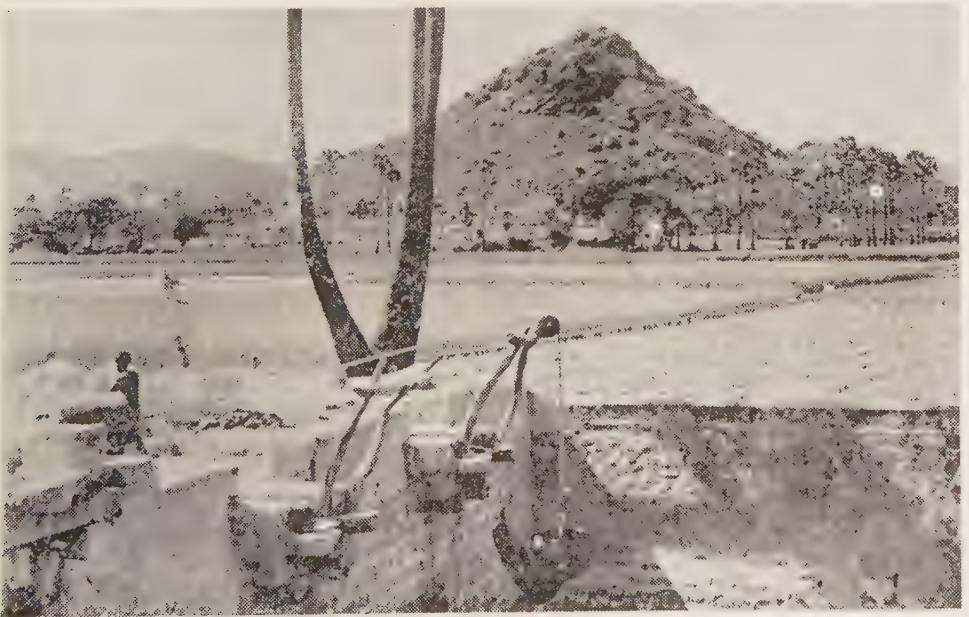
1. Les Ghât du Mysore (route Coimbatore-Kollegál)



2. Les Ghât du Kârvetnagar (région de Puttûr)



3. Le pédiment de Padavedu et la bordure disséquée des monts Javâdi



4. Un aspect des Monts de Vellore

LES MONTS JAVÂDI.

A l'Ouest de l'auréole montagneuse, le massif des monts Javâdi s'individualise entre la Pâlâr et la trouée de Chengam, qui le séparent des massifs environnants.

Les monts Javâdi et leur annexe, le petit massif des Yelagiri, forment un ensemble allongé, de 80 Km. de long sur 40 à 50 Km. de large, d'une direction NE-SO. Ils sont parallèles au rebord faillé du plateau de Mysore, dont les sépare le couloir de la Pâlâr. Leur direction, conforme à la direction générale des lignes de failles dans la région, est l'exemple le plus caractéristique qu'on puisse invoquer pour étayer l'hypothèse suivant laquelle les blocs charnockitiques sont des intrusions apparues entre les plans de foliation des gneiss.

Les Javâdi sont des blocs escarpés, tournant vers l'extérieur de véritables lignes de Ghât. Les parties hautes sont des plateaux vallonnés, atteignant environ 1.000 mètres d'altitude. Les charnockites, qui forment les crêtes les plus hautes, y alternent avec les gneiss et les granites. Les altitudes se relèvent au Sud pour culminer à 1.171 mètres. Les Javâdi sont donc nettement plus hauts que le plateau de Mysore, dont ils ne sont séparés que par le couloir de la Pâlâr : la différence est de 300 mètres environ. Les Javâdi ne sont donc point un fragment détaché du plateau de Mysore ; c'est un hors indépendant, qui a son altitude propre.

La dissection du plateau est peu avancée dans le sens transversal (Est-Ouest), car aucune cassure importante ne favorise l'érosion dans ce sens. Quelques torrents ont ébréché la muraille des Ghât, en particulier en face de Polûr (face orientale) ; et de courtes vallées s'insinuent dans le massif. L'érosion a détaché de la masse quelques collines, comme celles qui sont situées à l'Est entre Vellore et Polûr. A Padavedu, l'érosion est même parvenue à creuser un bassin, petit pédiment déblayé dans un cirque de collines.

La dissection longitudinale est beaucoup plus avancée : les cours d'eau, utilisant les plans de foliation des gneiss (de direction NE-SO), ont creusé deux vallées longitudinales rectilignes, qui se terminent en aval par des bassins allongés au foud plat. C'est au Sud-Ouest que cette dissection a le plus avancé son œuvre en isolant complètement des Javâdi le petit massif des Yelagiri.

LE MASSIF KALRÂYAN - CHITTERI - SHEVAROY.

L'ensemble montagneux Kalrâyan-Chitteri-Shevaroy constitue la partie méridionale de l'auréole des Ghât extérieurs. C'est un massif

aussi important que celui des Javâdi, car il mesure 80 Km. de l'Ouest à l'Est ; et son épaisseur du Nord au Sud s'accroît de 15 Km. (Shevaroy) à 50 Km. (Kalrâyan).

C'est le massif le plus élevé des Ghât orientaux. Il présente, plus encore que les Javâdi, l'aspect caractéristique des Ghât : les Shevaroy dominent les plateaux de Salem (au Sud) et du Bâramahâl (au Nord) par des dénivellations brutales de 800 — 900 mètres ; dans les Kalrâyan, la dénivellation atteint 600 mètres et 1.000 mètres au Sud au dessus de la passe d'Âttûr. Les surfaces sommitales sont des plateaux assez disséqués par les torrents, creusés de profondes vallées ; leurs altitudes moyennes dépassent 1.000 mètres dans les Kalrâyan et les Chitteri, se tiennent entre 1.200 et 1.400 mètres dans les Shevaroy. Ils culminent à 1.273 mètres dans les Kalrâyan et 1.615 mètres dans les Shevaroy.

Au point de vue pétrologique, les monts Shevaroy sont bien connus comme un bloc de charnockite. Les Chitteri et les Kalrâyan sont formés, selon Krishnan et Aiyengar (1954), d'un groupe de roches qui se succèdent : biotite, gneiss schisteux, gneiss hornblendique, quartzites, schistes quartzeux, etc.. Leur origine serait en partie ignée, en partie sédimentaire ; mais toutes ces roches sont précambriennes et pré-charnockitiques.

Ces trois massifs accolés forment, par leur structure, un ensemble homogène qui s'apparente aux monts Javâdi. Les directions de failles NE-SO apparaissent nettement dans les lignes du relief. Ce sont elles qui déterminent les grands passages transversaux : le Mallâpuram Ghât (voie ferrée Salem-Madras), qui limite les Shevaroy à l'Ouest ; la passe de Manjavâdi (route Harûr-Salem), brèche étroite séparant les Shevaroy des Chitteri ; la passe de Kottaipatti (sentier reliant Tumbal à Uttangarai), séparant les Chitteri des Kalrâyan, brèche étroite bordée par une muraille ininterrompue de 17 Km. du côté des Kalrâyan. Ces trois gorges sont naturellement empruntées par des torrents qui s'écoulent vers le Nord et le Sud.

La dissection interne des massifs se fait suivant les mêmes plans de foliation NE-SO avec des variantes NS. Dans les Shevaroy, c'est le cas de la profonde vallée de la Vâniyâr. Sur leur versant septentrional, les Shevaroy sont entaillés par six torrents de direction SO-NE ; on retrouvera la même caractéristique dans le massif méridional des Kolli-malai.

Le grand arc des Ghât extérieurs se poursuit, à l'Ouest des Shevaroy, jusqu'à la Kâviri, par des collines moins massives, moins élevées, où l'on retrouve les mêmes trait structuraux. Le trait le plus saillant est l'éperon des Vattala-malai, qui s'avance au milieu du Bâramahâl, crête étroite et abrupte, de direction SO-NE, longue de 17 Km, culminant au mont Mûkkanûr (1.260 m.).

Ainsi on peut conclure que tout l'ensemble des Ghât extérieurs, entre la Pâlâr et la Kâviri, forme un arc montagneux structuralement homogène, ne présentant qu'une seule région de rupture : la trouée de Chengam et de la Ponnaiyâr. Les matériaux constitutants peuvent différer : gneiss ou charnockites. Mais l'existence des plans de foliation gneissique NE-SO apparaît partout comme le fait fondamental qui domine la structure.

LES KOLLIMALAI ET LES PACHAIMALAI.

Les Ghât orientaux ne se terminent pas avec l'arc des Javâdi-Kalrâyan-Chitteri-Shevaroy. Au Sud des Kalrâyan et des Chitteri, se dresse l'ensemble montagneux des Pachaimalai (à l'Ouest) et des Kollimalai (à l'Est), avec le groupe confus des collines qui les environne. Ce groupe méridional des Ghât est séparé des Kalrâyan par la trouée d'Âttûr, qui, par une montée insensible, relie la surface d'érosion orientale au plateau intérieur du Kongu Nâd (1). Les Kollimalai et les Pachaimalai forment donc, avec les collines environnantes un ensemble très confus, qui s'étend de la trouée d'Âttûr (au Nord) au bassin inférieur de la Kâviri.

Toute la région est parsemée d'inselbergs, d'une altitude généralement supérieure à 600 mètres. Ils dressent leurs formes escarpées sur un plateau gneissique nivelé, dont l'altitude s'élève, de l'Est à l'Ouest, de 150 à 450 mètres. Seuls les grands massifs du Sud présentent l'aspect grandiose et impénétrable des Ghât. Ce sont des blocs importants : les Kollimalai mesurent 28 Km. du Nord au Sud sur 18 Km. de l'Est à l'Ouest ; les Pachaimalai, aux contours plus tourmentés, sont aussi vastes. Ce sont de hauts plateaux vallonnés d'environ 800 mètres dans les Pachaimalai, dépassant 1.000 mètres dans les Kollimalai. Les points culminants atteignent 1.067 mètres dans les Pachaimalai et 1.412 mètres dans les Kollimalai.

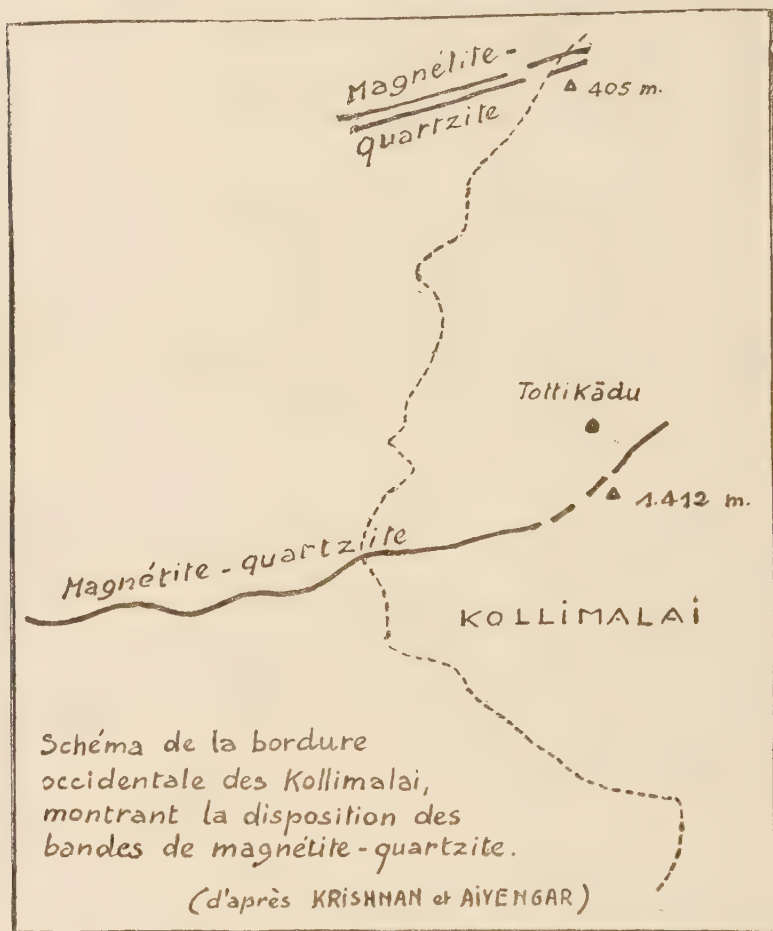
Avec ces deux massifs se terminent les Ghât orientaux au Sud sur la large trouée de la Kâviri. Au delà de la Kâviri, les massifs montagneux sont des dépendances des Ghât occidentaux.

Aucune carte géologique ne rend compte de la complexité pétrologique de cette région (2). Selon Krishnan et Aiyengar (1954), des roches gneissiques et schisteuses variées constituent les environs de

(1) Les Pays Kongu est une région historique ancienne que délimite, en gros, le triangle formé par les Ghât occidentaux, les Ghât orientaux du Tamil Nâd et la marge sud du plateau de Mysore (districts de Salem et de Coimbatore).

(2) Les Kollimalai et les Pachaimalai, comme les Kalrâyan et les Chitteri, n'ont encore aucune route carrossable.

la vallée d'Âttûr et le plateau intérieur du Kongu. Les Kollimalai et les Pachaimalai sont pétrologiquement différents. Les Kollimalai, comme l'indique le schéma de Krishnan et Aiyengar sont formés des mêmes



roches gneissiques que le plateau Kongu : la continuité des bandes de magnétite-quartzite entre le plateau Kongu et le massif montagneux prouve qu'il s'agit de la même formation. Mais les Pachaimalai sont en grande partie charnockitiques : les charnockites sont indiqués sur la carte de Pichamuthu et nous avons personnellement constaté leur présence sur la marge orientale du massif (jusqu'au contact du crétacé, à Elambalûr, à Ûttatûr) et dans les inselbergs méridionaux, fragments détachés des Pachaimalai (région de Turaiyûr).

Ces massifs méridionaux offrent une analogie avec l'arc Javâdi-Kalrâyan-Chitteri-Shevaroy : diversité pétrologique (gneiss et charnockites), mais homogénéité structurale. Les Kollimalai et Pachaimalai forment véritablement un ensemble, en dépit de la grande vallée d'Uppiliyapuram qui les sépare. Leur profil général, vu du Sud, révèle l'unité d'un grand plateau horizontal limité par des escarpements. Dans leur relief, on reconnaît facilement les grandes diaclasses NE-SO qui caractérisent l'arc Javâdi-Shevaroy : le plateau des Pachaimalai est fragmenté par des vallées NE-SO ; la bordure nord des Kollimalai est entaillée par des vallées de même direction. Mais ces traits structuraux ne sont reconnaissables que dans les deux grands massifs, Kollimalai et Pachaimalai ; on ne les reconnaît plus dans la multitude des inselbergs environnants.

De toutes ces vallées NE-SO, la plus remarquable est la vallée d'Uppiliyapuram, qui sépare les deux massifs. Séparation d'ailleurs incomplète : la vallée à son extrémité sud, est d'abord un couloir à fond plat, sans cours d'eau permanent ; elle s'élève lentement vers le Nord, se rétrécit, tend à prendre la forme en V. Vers 300 mètres d'altitude, le col de Tammampatti, qui est un pédiment se raccordant en pente douce avec les plateaux voisins, relie la vallée d'Uppiliyapuram à une vallée semblable, de même direction, la vallée de Tammampatti, qui descend vers Âttûr. L'examen pétrologique des bords de la vallée d'Uppiliyapuram souligne le fait qu'elle ne sépare pas des régions pétrologiquement distinctes ; la roche dominante, sur les deux versants, est un gneiss foncé ; le charnockite affleure au flanc des Kollimalai, et non au flanc des Pachaimalai (qui sont pourtant reconnus comme massif charnockitique) ; enfin, au col de Tammampatti, le même gneiss blanchâtre s'étend de part et d'autre. On ramasse des cailloux erratiques variés, qui attestent la complexité pétrologique des hauts plateaux voisins.

Nous insistons sur ces faits parce qu'ils montrent le mélange des gneiss et des charnockites au sein d'unités structurales homogènes. Ils tendent à infirmer la théorie de deux soulèvements distincts, celui des gneiss et celui des charnockites, théorie que nous allons discuter.

Le soulèvement créacé des Ghât.

Nous considérons comme un fait acquis que les Ghât sont des horsts. Nous avons admis, par hypothèse, que leur soulèvement pourrait être contemporain des grandes dislocations créacées du Dekkan ; et l'ouverture du détroit de Palk, qui est certainement antérieur au miocène, confirmerait cette hypothèse. Nous allons maintenant tenter une datation plus précise en utilisant les observations faites par Blandford (1862) dans la région des Pachaimalai.

Blanford avait remarqué, au Nord de Trichinopoly, à quelques kilomètres de la rive nord de la Coleroon (principale branche du delta de la Kâviri), la présence d'une bande de granite rose, le granite de Tachchankurichchi, qu'on peut suivre depuis Samayapuram (à l'Est) jusqu'à la Kâviri (à l'Ouest), passant au Sud des massifs des Pachaimalai et des Kollimalai. Cette bosse de granite est en contact avec les terrains crétacés sur leur marge occidentale. En étudiant la région de contact, Blanford observait que les conglomérats et bancs de sable, qui abondent dans les couches supérieures de l'étage de Trichinopoly (Santonien) et dans l'étage d'Ariyalûr, ne peuvent provenir que de l'abrasion de la chaîne granitique de Tachchankurichchi. Même observation pour les débris qui constituent, non loin de là, les grès de Cuddalore, où l'on trouve en abondance des galets ronds de quartz et de feldspath orthoclase. Par contre, ces débris sont absents de la couche plus ancienne d'Ûttattûr. Blanford en concluait que la bosse granitique de Tachchankurichchi s'est soulevée après la formation des dépôts d'Ûttattûr et que, pendant les époques suivantes (Trichinopoly et Ariyalûr), elle se dressait comme un cap dans la mer crétacée. Nous avons donc ici l'indice d'un soulèvement granitique se situant avec précision au crétacé, entre les transgressions d'Ûttattûr et de Trichinopoly.

Blanford remarquait aussi, sur la bordure nord de la bande granitique, un "schiste hornblendique". En réalité, il ne s'agit point d'un schiste : W. King et Bruce Foote (1864) observèrent que ce prétendu "schiste hornblendique" n'avait souvent plus de foliation et ressemblait à une roche ignée. C'est du charnockite, comme nous l'avons personnellement observé : cette roche s'étend à l'Est des Pachaimalai, jusqu'au crétacé (1) ; et elle constitue une grande partie des Pachaimalai. Or Blanford avait remarqué que cette roche s'était soulevée, en même temps que le granite après l'époque d'Ûttattûr, et qu'elle était aussi l'origine évidente de nombreux galets trouvés dans les conglomérats de Trichinopoly et d'Ariyalûr. Nous pouvons retenir là une précision chronologique intéressante sur le soulèvement des Ghât au crétacé.

Mais la question se complique du fait de la *théorie des deux soulèvements successifs*. A l'origine de cette théorie, il y a l'hypothèse émise par Blanford, en 1858, sur les deux soulèvements :

1°/ Le soulèvement des Kollimalai, qui aurait suivi le dépôt des plus basses couches du crétacé dans la région de Trichinopoly ; Blanford admet que ce soulèvement soit contemporain de celui des Ghât dans leur ensemble et du plateau de Mysore.

(1) La même constatation a été faite par Krishnan (1941).

2°/ Le soulèvement des Pachaimalai, qui se serait produit après le dépôt des couches supérieures du crétacé dans le même district; Blanford admet que ce soulèvement soit contemporain de celui des Nilgiri.

Avec Holland (1900), apparaît la théorie d'un soulèvement propre des charnockites. Cette théorie, combinée avec celle de Blanford, a engendré l'idée des deux soulèvements suivants :

1°/ Le soulèvement gneissique (Mysore, Ghât gneissiques).

2°/ Le soulèvement charnockitique (Nilgiri, Pachaimalai, etc. .).

A notre avis, ces vues doivent être écartées pour les raisons suivantes :

a) Dans Blanford, qui est à l'origine de cette conception, il y a une contradiction : en 1858, il assigne au soulèvement des Nilgiri (c'est-à-dire des charnockites, qu'il ne connaissait pas en tant que tels), une époque postérieure au crétacé supérieur (Trichinopoly et Ariyalûr); en 1862, comme nous venons de le voir, il situe entre Uttattûr et Trichinopoly le soulèvement des granites de Tachchankurichchi et des charnockites voisins.

b) En soulignant la concomitance du soulèvement des granites de Tachchankurichchi et des charnockites voisins, Blanford montre que les charnockites ne se sont pas soulevés isolément.

c) Nous avons montré l'unité structurale des grands massifs orientaux (l'arc Javâdi-Shevaroy et le bloc Kollimalai-Pachaimalai) : nous avons vu que les charnockites sont intégrés dans le soulèvement de l'ensemble.

d) Dans ces ensembles, les Shevaroy (bloc de charnockite) et les Pachaimalai (massif à prédominance de charnockite) sont, en ce qui concerne l'érosion, au même stade d'évolution que les massifs gneissiques ; et il est évident que, si le soulèvement des gneiss et celui des charnockites avaient été successifs, ces roches seraient maintenant à des stades d'érosion différents.

Nous concluons donc à la réalité d'un soulèvement crétacé d'ensemble.

Deux époques de soulèvement : jurassique et crétacé.

La théorie du double soulèvement gneissique et charnockitique nous paraissant exclue, nous lui en opposerons une autre : le double soulèvement jurassique et crétacé.

Dans un chapitre ultérieur (les Formations du Rājmahal), nous montrons la réalité d'un soulèvement jurassique, qui se situe entre les époques de Sripërumbûdûr et de Satyavedu. Ce soulèvement affecte tout ce qui constituait, à l'époque de Satyavedu, les falaises du rivage : les quartzites du Cuddapah et leur soubassement gneissique, le massif de Kârvetnagar. Or ce massif est un fragment évident du Mysore.

Ceci suggère l'idée des deux soulèvements suivants :

1°/ Le soulèvement jurassique, affectant le plateau du Mysore (ou tout au moins sa partie orientale) et le système du Cuddapah.

2°/ Le soulèvement crétacé, affectant les Ghât du Tamil Nâd (arc Javâdi-Shevaroy, bloc Kollimalai-Pachaimalai).

A l'appui de cette hypothèse, nous avançons un argument morphologique. Le massif de Kârvetnagar n'est plus qu'une ruine ; il est formé de bosses rocheuses où les surfaces sommitales du plateau primitif ont complètement disparu. Au contraire, les Ghât du Tamil Nâd sont encore des blocs peu entamés, conservant de hauts plateaux étendus. Il est évident que l'évolution du massif de Kârvetnagar est beaucoup plus avancée ; ceci suggère l'idée qu'il a été soulevé plus tôt.

On peut objecter que le massif de Kârvetnagar était, à l'origine, moins élevé : la surface voisine du plateau de Mysore (qui indique la surface primitive du Kârvetnagar) se tient vers 600 — 800 mètres ; les surfaces des Ghât du Tamil Nâd sont entre 1.000 et 1.400 mètres. Mais l'érosion régressive est beaucoup plus violente sur les Ghât du Tamil Nâd en raison d'une dénivellation double et d'une pluviosité plus forte.

Nous concluons donc que les Ghât du Tamil Nâd sont des massifs plus jeunes que le massif du Kârvetnagar et que ceci s'explique par des époques différentes de soulèvement.

LES TROUEES TECTONIQUES.

Les Ghât du Tamil Nâd ne forment pas une chaîne continue. Comme les Ghât occidentaux, ils sont fragmentés par de larges trouées : les trouées de Chengam et d'Attûr. On s'est demandé si ces trouées étaient l'œuvre de l'érosion ou des dislocations tectoniques (Oldham (1893) inclinait à croire que la trouée de Pâlghât était l'œuvre d'un cours d'eau).

Le caractère tectonique des trouées apparaît depuis les travaux de Holland (1900 — 1901), qui ont montré l'existence de grandes failles sur les bords des massifs charnockitiques. La similitude morphologique, que nous avons déjà remarquée entre les falaises de charnockites

et les falaises de gneiss, permet d'affirmer que toutes ces falaises sont dues à des failles. Les pentes escarpées qui dominent les trouées présentent les mêmes caractères morphologiques que les pentes escarpées limitant les massifs sur les autres côtés. Cela permet d'affirmer non seulement que les trouées sont tectoniques, mais aussi qu'elles se sont formées à l'époque du soulèvement des Ghât; car, si leur formation était sensiblement postérieure à celle des massifs, leur morphologie paraîtrait plus jeune. Un examen de chaque cas particulier permettra de vérifier ces affirmations d'ordre général.

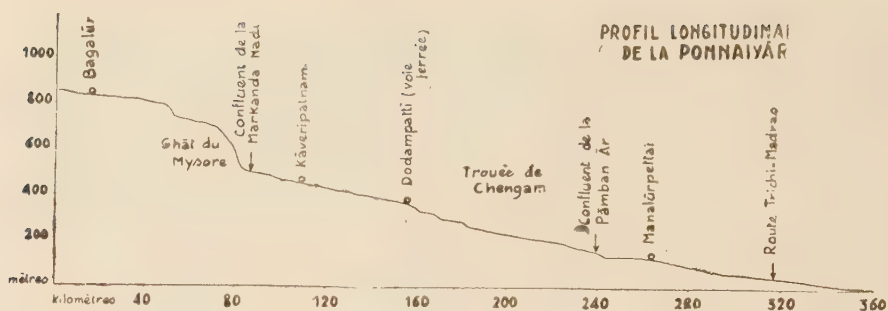
1° / La trouée d'Âttûr.

Large d'environ 10 Km., cette trouée est empruntée par un petit cours d'eau, la Vellâr, dont l'importance est disproportionnée avec celle du passage. L'hypothèse d'une trouée épigénique supposerait l'existence d'un fleuve puissant dont il n'existe aucune trace. Il est d'ailleurs frappant que la trouée d'Âttûr se trouve dans le prolongement de la grande cassure qui limite au Sud les monts Shevaroy, Chitteri et Kalrâyan. A l'Est de la trouée, la continuation de cette cassure est marquée par les dykes doléritiques de Toludûr : le grand dyke, long de 7 Km., qui traverse la Vellâr à 6 Km. à l'Ouest de Toludûr; les petits dykes visibles du pont de la Vellâr sur la route Madras-Trichinopoly.

2° / La trouée de Chengam.

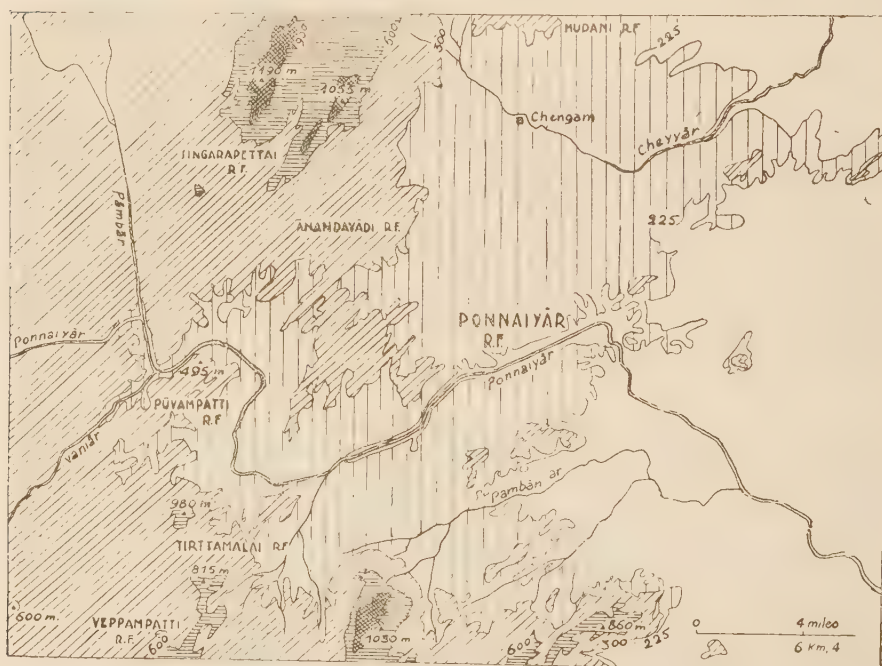
L'étude de cette trouée, qu'emprunte un cours d'eau descendu du Mysore, la Ponnaiyâr, permettra d'expliquer la formation d'une trouée avec plus de précision. La trouée de Chengam est une région où le relief subit un abaissement d'axe notable entre les Javâdi et les Kalrâyan. Les points culminants n'atteignent que 363 mètres dans la Réserve Forestière de la Ponnaiyâr, 446 dans la R. F. d'Ânandavâdi, 495 dans la R. F. de Pûvampatti. Contraste net avec les blocs relevés qui encadrent cette région : au Nord, les Javâdi atteignent 1.176 mètres au Sud, on trouve 979 mètres dans les Tirttamalai et 1.030 mètres sur la bordure des Kalrâyan.

Zone déprimée, zone de collines basses, la région de la Ponnaiyâr ouvre un passage entre le pays d'Ûttangarai (dans le Bâramahâl) et celui de Tiruvannamalai (sur le plateau gneissique extérieur). Le fait le plus frappant de sa topographie est le tracé de la Ponnaiyâr et de ses affluents, qui est déterminé par un quadrillage de cassures. On retrouve ici la direction principale des failles, NE-SO, qui affecte le relief des Javâdi comme la région des Kalrâyan et des Shevaroy : cette direction a déterminé certaines sections du cours de la Ponnaiyâr et de quelques affluents (en particulier la Vâniar). Mais le fait caractéristique de la région, qu'on ne retrouve ni dans les Javâdi ni dans les Kalrâyan, c'est la présence de failles à direction transversale, qui donnent aux cours d'eau un tracé en ligne brisée.



La Ponnaiyâr, descendue du plateau de Mysore, traverse le Bâramahâl. Puis dès qu'elle arrive dans la région des collines appelées Réserves Forestières, elle suit un tracé en ligne brisée où se recoupent les directions EO, NS, NE, SO, NO-SE. Les affluents ont des tracés rectilignes : la Pâmbâr, NS ; la Vaniâr, SO-NE. La Pâmban Âr a le tracé en ligne brisée.

Si on examine le relief de la région, on voit que la topographie d'ensemble a peu de rapports avec ce tracé hydrographique. La Ponnai-



LA TROUÉE DE LA PONNAIYAR

entre les monts Javâdi et Kalrâyan.

yâr franchit les collines par des gorges étroites, si étroites qu'aucun sentier ne les suit. Il ne saurait être question d'épigénie : le tracé de la Ponnaiyâr est un tracé tectonique. L'érosion du cours d'eau a pu approfondir le thalweg ; mais elle n'a pas élargi la vallée. Et on est frappé par le fait que la Ponnaiyâr franchit l'auréole des Ghât par ce tracé difficile, alors qu'il existe, à quelques kilomètres au Nord, une zone déblayée et nivelée appelée la passe de Chengam.

Il existe, en effet, non loin de la Ponnaiyâr, de petits bassins à fond plat. Au Nord, le bassin de Chengam, que draine la Cheyyâr, doit son déblaiement aux nappes torrentielles descendues des Javâdi. Au Sud, le bassin de la Pâmban Âr a été pareillement déblayé par les nappes torrentielles descendues des Kalrâyan. Il est frappant que la Ponnaiyâr, qui est un cours d'eau beaucoup plus important, puisque venant du Mysore, n'a pas déblayé de bassin comparable à ceux de Chengam et de la Pâmban Âr. Ceci s'expliquera si on rappelle que ces traits topographiques se sont formés à l'époque, non lointaine, où le climat semi-aride régnait sur l'Inde du Sud : la Ponnaiyâr, ainsi que toutes les eaux déversées du haut des Ghât du Mysore, s'étalait en nappes torrentielles sur le Bâramahâl et en nivelait la surface ; dans la traversée des collines, que nous appelons les Réserves Forestières de Pûvampatti et de la Ponnaiyâr, il ne pouvait donc pas exister une Ponnaiyâr capable d'effectuer une érosion puissante, les eaux de ce cours d'eau s'étant dispersées et évaporées à la surface du Bâramahâl. Par contre, de puissantes nappes torrentielles débouchaient au pied des Javâdi et des Kalrâyan et nivelaient les bassins de Chengam et de la Pâmban Âr.

Ce qu'on appelle, au sens étroit, la "passe de Chengam" (empruntée par la route Pondichéry-Bangalore), ce sont les pédiments locaux déblayés par les nappes torrentielles des monts Javâdi : large couloir, par lequel on monte insensiblement du plateau de Tiruvannamalai (à l'Est des Ghât du Tamil Nâd) à celui d'Ûtangarai (dans le Bâramahâl). A peine si l'on franchit un très léger seuil, à l'Ouest de Chengam, à l'endroit où la distance entre les Javâdi et les collines de Pûvampatti se réduit à moins de 4 Km. Et l'existence de ce léger seuil montre que la "passe de Chengam" n'a pas été créée par l'érosion normale d'un cours d'eau, mais par les actions juxtaposées de nappes torrentielles indépendantes.

De ces observations, nous pouvons tirer les conclusions suivantes. La rupture de continuité que constitue la trouée de Chengam entre les monts Javâdi et Kalrâyan est due à un ensemble de failles dont les hachures compliquées ont engendré le relief des Réserves Forestières de Pûvampatti, de la Ponnaiyâr et d'Ânandavâdi. La Ponnaiyâr et ses affluents ont emprunté ce réseau de failles dans leurs tracés en ligne brisée, mais n'ont pas contribué au déblaiement de la trouée. Le

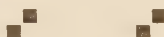
déblaiement a été fait partiellement par les nappes torrentielles descendues des Javâdi et des Kalrâyan, qui ont nivelé des pédiments locaux (1).

LE DEBLAIEMENT DE PEDIMENTS INTERIEURS.

Les Ghât du Tamil Nâd ont la particularité d'être partagés par des vallées médianes à fond plat. On peut citer trois cas : dans les monts Javâdi, la vallée d'Alangaiyam ; entre les monts Chitteri et Shevaroy, la passe de Manjavâdi ; entre les Pachaimalai et les Kolli-malai, la vallée d'Uppiliyapuram.

Comme nous l'avons constaté, ce sont des vallées qui suivent la direction NE-SO, principale direction de cassures de ces massifs : un fait tectonique est certainement à l'origine de leur orientation. Mais leur creusement est bien l'œuvre des cours d'eau, comme le montre leur inachèvement : il n'existe pas de fossé continu tranchant ces massifs de part en part ; dans les trois cas, deux vallées opposées communiquent entre elles par un col.

Depuis le pliocène, ces vallées intérieures ont évolué comme toutes les vallées de la région : les sheet-floods y ont déblayé, dans leurs parties les plus basses, des fonds plats. Une dissection avancée s'est donc effectuée depuis le crétacé, favorisée par des cassures médianes.



III

LES FORMATIONS MERIDIONALES DU CUDDAPAH

CHAINES ET TROUÉES.

Le vaste croissant constituant le système du Cuddapah (Kaddapah) étend sa pointe méridionale au Sud de la Pennâr jusque vers la latitude de Madras. Deux chaînes — les deux rebords occidental et oriental du croissant — se rapprochent progressivement au Sud de la Pennâr pour former la pointe méridionale du croissant : on les suit sans interruption depuis la trouée de la Pennâr jusqu'à celle de la Swarnamukhi.

(1) Cette démonstration du caractère tectonique des trouées est reprise plus loin dans une comparaison des divers types de trouées. Cf. Deuxième Partie, Chap. II,

Les monts Pâlkonda sont la chaîne occidentale du croissant de Cuddapah, qui s'accole aux plateaux archéens dans la zone des plateaux moyens (régions de la Pâpâgni et de la Bâhudânadi). Ils forment des crêtes d'environ 300 mètres qui se relèvent, au Sud, dans la masse complexe des monts de Tirupati, culminant à 1.148 mètres. Le bord occidental des Pâlkonda est presque sur toute sa longueur un escarpement de faille dominant les plateaux gneissiques. De médiocre hauteur dans la région de Karnûl, cet escarpement se relève au Sud dans les monts de Tirupati, où il forme des falaises verticales de 200 mètres.

Les monts Velikonda sont la chaîne orientale du croissant du Cuddapah. C'est une ligne de crêtes de structure plus simple que celle des Pâlkonda, dépassant 300 ou 600 mètres d'altitude; elle culmine au Penchala Konda, à 1.102 mètres. Son versant externe (regardant la plaine de Nellore) est assez raide, mais ne présente aucun à-pic caractérisé. Mais son versant interne (regardant vers l'Ouest) présente en plusieurs endroits des escarpements nets, qui sont comme une réplique des escarpements des Pâlkonda. Il apparaît ainsi que les chaînes du Cuddapah ont été affectées, dans la direction même de leurs plissements, par des cassures qui ont engendré des escarpements regardant vers l'Ouest. Ce sont ces cassures qui ont produit les grandes falaises blanches ou ocre de quartzites, caractéristiques des monts du Cuddapah, que nous retrouverons jusque dans la formation plus méridionale des monts de Nagari.

Les deux chaînes des Pâlkonda et des Velikonda ne se rapprochent point jusqu'à venir en contact l'une de l'autre. Jusqu'à leur extrémité méridionale, elles sont séparées par une dépression longitudinale: la large vallée de Razampeta (largeur de 17 Km.). Cette vallée s'ouvre vers le Nord sur le bassin de Cuddapah (bassin intérieur du système où se trouve la ville du même nom). Au Sud, elle se rétrécit progressivement et s'élève; elle ne communique que par une passe étroite avec la trouée de la Swarnamukhi.

La large trouée de la Swarnamukhi (1) (largeur de 9 à 15 Km.), d'orientation OE, tranche nettement l'extrémité méridionale des Pâlkonda et des Velikonda. Les Pâlkonda atteignent ici leur plus grande altitude dans ce qu'on appelle les monts de Tirupati. Ils dominent la dépression de la Swarnamukhi par les grandioses falaises de Tirupati, escarpement de faille présentant une dénivellation de 600 à 700 mètres, où l'on voit les formations sédimentaires du Cuddapah reposant sur le socle gneissique.

(1) La trouée de la Swarnamukhi est une des trouées tectoniques affectant les Ghât orientaux, Cf. Deuxième partie, chap. II.

La trouée de la Swarnamukhi constitue la limite méridionale des Palkonda et des Velikonda ; au Sud de cette trouée se dressent les blocs de gneiss du massif de Kârvetnagar. Mais, à l'Est du massif de Kârvetnagar et séparés de celui-ci par le couloir de Puttûr-Nagari, on trouve une série de massifs de gneiss qui coiffent les sédiments du Cuddapah : les monts de Nagari, qui culminent au Nagari Nose, à 855 mètres ; l'éperon détaché de Kâlahasti (380 m.), dominant le cours de la Swarnamukhi ; et, plus à l'Est, les monts de Nâgalâpuram (809 mètres), qui sont la formation la plus orientale des roches du Cuddapah, dominant la région jurassique. On retrouve ici les mêmes aspects de falaises ; en particulier les falaises tournées vers l'Ouest dominant la dépression de Puttûr-Nagari.

En raison de cette érosion des formations du Cuddapah, il est difficile de préciser la limite de leur extension méridionale primitive. Nous en retrouvons des traces sur les pentes des *collines jurassiques* d'Allikkuli, dans la région SO qu'on appelle parfois des collines de Naikenpâlaiyam : non loin du village de Naikenpâlaiyam, apparaissent des masses énormes de conglomérats de quartzites, dont le grain grossier — indiquant un sédiment déposé non loin du rivage — rappelle les quartzites des monts de Nagari (1). Plus au Sud encore, dans les galets de quartzites qui se mêlent aux galets de gneiss de l'aire de Palayanûru (dépôts jurassiques). Enfin dans ce cône de déjections pliocène qu'on appelle les *graviers de Conjeevaram* : ce sont, en effet, des graviers et de petits galets de quartzite, mêlés à des graviers de gneiss. Ceci prouve que les quartzites de Nagari s'étendaient primitivement sur toute l'ancienne bordure du Mysore, c'est-à-dire sur le massif de Kârvetnagar, mais qu'ils s'amincissaient vers le Sud.

Les massifs du Cuddapah situés au Sud de la Swarnamukhi sont beaucoup plus fragmentés que les massifs situés au Nord. Les dépressions subséquentes les isolent complètement à la surface du plateau archéen : la dépression de Puttûr-Nagari sépare des Ghât du Kârvetnagar les monts de Nagari ; la haute vallée de la Kalangi sépare des monts de Nagari les monts de Nâgalâpuram. Des éperons étroits s'avancent au dessus du plateau : tel l'éperon de Kâlahasti. Des collines isolées forment de véritables inselbergs de quartzites : telles ces collines hautes de 300 et de 700 mètres qui se dressent dans la dépression subséquent entre les monts de Nagari et les monts de Nâgalâpuram. Dans cette partie la plus orientale des chaînes du Cuddapah, les formations de quartzites, qui recouvraient à l'origine tout le socle archéen, n'ont laissé que quelques reliefs résiduels isolés.

(1) Cf. chapitre sur les Collines Jurassiques pour les problèmes posés par ces blocs de quartzites.

La même observation s'impose dans la plaine de Nellore, (à l'Est des Velikonda), que la carte géologique indique comme une région de gneiss, mais qui est parsemée d'inselbergs à coiffes de quartzites. Il est évident que la formation sédimentaire du Cuddapah recouvrait primitivement tout le plateau externe du socle archéen et qu'elle a été presque complètement enlevée par l'érosion.

L'extrémité méridionale du croissant de Cuddapah, c'est-à-dire la partie située au Sud de la Pennâr, est formée essentiellement par les quartzites de Nagari (du groupe de Cheyair), qui reposent soit en discordance sur les couches de Pâpâgni, soit directement sur les gneiss. Les quartzites de Nagari sont des grès métamorphisés. Là où ils sont typiquement développés (sur des épaisseurs de 300 à 450 mètres), leurs strates se succèdent, de haut en bas, dans l'ordre suivant :

3/ une série de quartzites massifs et épais, ayant souvent l'apparence de grès très grossiers, de conglomérats ;

2/ des sables et des dalles de grès en couches minces, présentant parfois un certain clivage, sur une épaisseur de 200 mètres ;

1/ des couches épaisses et massives de grès et de conglomérats quartzeux, plus clivés que les couches supérieures, sur une épaisseur de 100 à 150 mètres.

Ce sont ces diverses couches qui forment les falaises et les entablements caractéristiques des montagnes du Cuddapah, telles qu'on les aperçoit, par exemple, dans les falaises de Tirupati. Les escarpements des monts de Nagari, qui dominent la dépression de Puttûr-Nagari, ont le caractère d'un relief monoclinal : on distingue très nettement les couches de quartzite s'inclinant doucement vers l'Est, tranchées brusquement à l'Ouest par une falaise. Le Nagari Nose, point culminant (1), est formé surtout par des vestiges de la couche la plus basse ; mais la structure à triple couche y est encore visible le long de la crête orientale qui constitue le sommet.

L'étude des roches du Cuddapah permet de discerner la plus ancienne ligne de rivage du Dekkan oriental : le rivage du Cuddapah. Les roches qui constituent la marge occidentale du Cuddapah ont toujours l'apparence de dépôts de fragments à grain grossier, caractéristiques des mers peu profondes à proximité du rivage. Il est certain que les sédiments du Cuddapah s'étendaient plus à l'Ouest qu'aujourd'hui : les falaises, tranchant les strates, qui limitent partout la formation du

(1) Le Nagari Nose, au sommet brillant, est un point de repère célèbre, qui annonce aux navigateurs approche de Madras.

Cuddapah à l'Ouest, indiquent avec évidence que les sédiments s'étendaient davantage vers l'Ouest et recouvraient une certaine marge de gneiss. L'érosion a déblayé cette marge de gneiss de sa couverture sédimentaire. La limite actuelle de la formation du Cuddapah ne représente donc que par approximation la ligne du rivage.

Le couloir de *Puttûr-Nagari-Tiruttani*, qui s'allonge du Nord au Sud, entre le massif de Kârvetnagar et les monts de Nagari, fait une séparation nette entre les deux formations. A l'Ouest, le couloir est bordé par l'escarpement discontinu, démantelé, qui limite le massif de Kârvetnagar. A l'Est, le couloir est dominé par les falaises de quartzites des monts de Nagari. Lorsqu'on regarde les strates des quartzites tranchées par la falaise (à Puttûr) on imagine aisément que ces strates formaient, à l'emplacement du couloir actuel, un grand anticlinal appuyé à l'Ouest sur les gneiss, et dont la voute a disparu. L'érosion a trouvé une ligne d'insertion au contact des quartzites et des gneiss; elle a déblayé les quartzites, creusant ce couloir, parfois étroit, qui s'élargit à environ 5 Km. dans le bassin de Puttûr. Ce couloir (voie ferrée Arkonam-Renigunta) relie la trouée de la Swarnamukhi au plateau d'Arkonam, qui est une portion du plateau archéen miocène.

L'existence de grandes failles sur les Ghât du Kârvetnagar (mises en évidence par les dykes de dolérite) et sur la marge des sédiments (falaises de quartzites) a pu favoriser cette action érosive. Ce sont ces failles qui ont donné au couloir sa direction rectiligne.

L'évolution appalachienne.—

L'évolution du système du Cuddapah a consisté, à son premier stade, en la formation d'une chaîne montagneuse plissée. Puis vint une phase de pénéplation nivelant à la fois les montagnes du Cuddapah et le socle archéen voisin. A une certaine époque s'est produit un relèvement de la pénéplaine du Cuddapah, qui a permis une reprise de l'érosion. Nous datons ce relèvement du jurassique, entre les époques de Sîperumbûdûr et de Satyavedu (1).

L'érosion travaille alors suivant le schéma classique de l'évolution appalachienne, creusant des bassins longitudinaux subséquents, comme la large dépression de Cuddapah, les couloirs NS de Razampeta, de la Pâtagunjana, de la Kalleti Vâgu, la dépression de Râmapuram. Elle laisse en relief les chaînes des Pâlkonda, Velikonda, etc. . . . Mais cette évolution appalachienne est affectée par l'existence de grands plans de faille, situés dans la direction des plis. Ces plans de faille favorisent l'érosion et donnent au relief du Cuddapah son aspect le plus caractéristique : les hautes falaises tournées vers l'Ouest.

(1) Cf. chapitre sur les *Collines Jurassiques*.



5. Falaises de Quartzites (monts de Nagari)

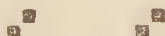


6. Le Nagari Nose (à dr.), le couloir de Puttûr-Nagari
et les Ghât du Kârvetnagar.

Mais un réseau hydrographique conséquent était préalablement établi à la surface de la pénécplaine : c'étaient la Pennâr et la Cheyyeru, son affluent principal. Ce réseau hydrographique se surimpose : la Pennâr et la Cheyyeru tranchent les plis par des trouées épigéniques qui se réduisent parfois (dans leurs dimensions actuelles) à une largeur de 300 ou 500 mètres, avec des escarpements latéraux de 150 à 225 mètres.

Au cours de cette évolution intervient le climat semi-aride, qui imprime au relief la marque des sheet-floods. Les dépressions longitudinales subséquentes au Nord et au Sud de la Pennâr, prennent l'aspect de glacis en pente douce dont la surface est absolument criblée de pierres de toutes dimensions ; parfois — dans la vallée de Razampeta — le sol rocheux est étrangement labouré d'aspérités. Dans ces régions sauvages, où la main de l'homme n'a apporté aucun changement, l'aspect primitif des pédiments parsemés de pierres a conservé une fraîcheur qu'on ne retrouve nulle part ailleurs dans l'Inde du Sud.

Pendant cette phase de climat semi-aride, le creusement des gorges épigéniques est arrêté ; la nappe torrentielle chargée d'alluvions, qui suit le cours de la Pennâr et de la Cheyyeru, procède à l'élargissement des gorges. Celles-ci prennent ainsi leur aspect actuel : des trouées au fond plat, encombrées de bancs de sables. Ces gorges de la Pennâr sont à 150 mètres au dessus du niveau de la mer ; et elles sont approximativement à 100 Km. de la mer. Dans ces conditions, on ne peut dire que la Pennâr ait atteint son profil d'équilibre ; comme dans les cas précédents (cours d'eau des plateaux moyens), nous constatons que les conditions du climat semi-aride ont interrompu le creusement.



IV

LES COLLINES JURASSIQUES

A. LES DONNÉES GEOLOGIQUES : LES FORMATIONS DU RÂJMAHAL

La transgression du Râjmahal ou Jurassique a laissé des traces sur tout le pourtour du Dekkan : collines de Râjmahal dans le Bengale,

vallée de la Damodar, presque de Cutch (Katch) sur la côte orientale. De Vizagapatam à Ceylan, on ne voit que de petits affleurements : les fossiles sont ceux d'organismes marins et littoraux, ils révèlent des dépôts formés à peu de distance des rivages pendant des transgressions temporaires. Tels sont les affleurements qui apparaissent dans les régions de la Godavâri et de la Krishna, de Madras, Madurai, Ramnad, et enfin à Ceylan.

LES ÉTAGES GEOLOGIQUES.

Dans la région que nous considérons, le caractère fragmentaire des affleurements du Râjmahal a rendu assez difficile l'établissement d'une corrélation entre les différentes couches, car on ne trouve pas toujours des sections de terrain montrant la succession de ces couches. Les géologues sont cependant parvenus à établir la succession des étages dans l'ordre suivant :

1°- L'étage de Srîperumbûdûr (inférieur).

Ce sont surtout des argiles schisteuses, mais aussi des grès friables, déposés probablement pendant le jurassique moyen.

2°- L'étage de Satyavedu (supérieur).

Ce sont des conglomérats ou des grès grossiers, formés surtout de galets et de cailloux roulés, liés par un ciment. Leur texture indique qu'ils se sont déposés sur la ligne de rivage. Les géologues estiment qu'ils appartiennent au jurassique supérieur, quoique les fossiles soient trop pauvres, trop indistincts pour permettre une identification sûre.

Ces roches jurassiques affleurent, dans la région que nous considérons, en deux groupes, méridional et septentrional, chacun disposé selon un axe NE-SO.

LES AFFLEUREMENTS MERIDIONAUX.

Disposés au Nord et au Sud de la Pâlâr, les affleurements méridionaux appartiennent tous à l'étage inférieur, la formation de Srîperumbûdûr. Ils sont constitués surtout par les argiles schisteuses de Srîperumbûdûr, blanchâtres, au grain très fin, déposées loin du rivage. Mais des couches de grès friables alternent avec les couches d'argile.

Les affleurements se répartissent sur plusieurs aires de grandeur très inégale. L'aire de Srîperumbûdûr, au Nord de la Pâlâr, est la plus vaste (12 Km. du Nord au Sud et autant de l'Ouest à l'Est dans la plus grande largeur). Elle est entourée de tous côtés par des dépôts pliocènes (latérites, graviers de Conjeevaram). On n'aperçoit nulle

part le gneiss sous-jacent. On est ici, en effet, dans le golfe profond de *Conjeevarain-Srîperumbûdûr*, qui a été comblé à l'époque jurassique. Un sondage de 131 mètres, à Kilacheri, n'a pas rencontré le socle gneissique. Les dépôts d'argiles schisteuses semblent s'étendre vers l'Est, comme le montre le sondage d'Ennore (Ennûr), au Nord de Madras.

Des affleurements mineurs, que la carte géologique ne signale point, sont visibles sur les marges de l'aire principale, au Nord et à l'Ouest. Il faut rappeler les grès de *Poonamallee*, signalés par Bruce Foote (1876) : un grès graveleux, affleurant à l'Ouest de *Poonamallee*, dont on a tiré quelques fossiles appartenant indubitablement au Râjmahal.

Au Sud de la Pâlâr, l'aire du Râjmahal est formée d'un grand nombre de petits affleurements : des couches de grès friable, couleur chamois, rappelant les grès qui s'interposent, dans l'aire de *Srîperumbûdûr*, avec les argiles. Trois de ces affleurements sont notables, tous dans la région située à l'Ouest de *Madurântakam* : l'aire d'*Uttiramerûr* (immédiatement à l'Est de cette localité) ; l'aire de *Vedanthangal* (qui s'allonge au SO du *Birds' Sanctuary*) ; enfin, l'aire située à l'Ouest des collines gneissiques d'*Acharapâkkam*. Ces dépôts jurassiques fragmentaires semblent peu épais ; le socle gneissique, qui affleure de toutes parts au Sud de la Pâlâr, doit être sous-jacent au jurassique à une faible profondeur. Peut-être certains affleurements jurassiques mineurs présentent-ils une continuité, que masqueraient des latérites superficielles. Mais il est vraisemblable que les terrains jurassiques formèrent au Sud de la Pâlâr un ensemble plus épais et continu dont nous ne voyons plus que des fragments.

L'ensemble de ces dépôts méridionaux, qui constitue l'étage de *Srîperumbûdûr*, ne présente aucun relief marqué. Aucun accident topographique ne les signale à celui qui parcourt la plaine d'érosion : formé de matériaux meubles, — argiles et grès friables — ils n'ont opposé aucune résistance au nivellement. Les reliefs les plus marqués sont dûs aux roches qui les entourent : latérites au Nord de la Pâlâr, gneiss au Sud.

Aucune trace de rivage ne correspond à ces affleurements méridionaux. Le rivage se situait à l'Ouest des dépôts actuels. Et rien dans le relief actuel ne pourrait l'évoquer. Car les monts *Javâdi* appartiennent aux Ghât du *Tamil Nâd*, qui se sont soulevés au crétacé.

LES AFFLEUREMENTS SEPTENTRIONAUX.

Disposés également sur un axe NE-SO, mais un peu plus à l'Ouest, les affleurements septentrionaux sont au nombre de trois ; et ils sont apparents dans le relief. On distingue, du Nord au Sud :

1°- Les collines de Satyavedu, entièrement formées par les conglomérats grossiers de Satyavedu (étage supérieur).

2°- Les collines d'Allikkuli, où l'on reconnaît l'étage des conglomérats de Satyavedu, dans la partie supérieure, et l'étage de Sriperumbûdûr, à la base (mais les deux étages sont pratiquement difficiles à distinguer, parce que toute la région est couverte de galets arrachés à l'étage supérieur).

3°- Le plateau de Palayanûru, formé aussi par les deux étages : argiles schisteuses sableuses (Sriperumbûdûr) à la base ; galets et cailloux roulés (Satyavedu) dans la couche supérieure.

B. LA MORPHOLOGIE DES COLLINES JURASSIQUES

Tandis que les affleurements méridionaux, entièrement nivelés, se confondent dans la surface post-miocène, les affleurements septentrionaux constituent des traits importants du relief. Leur unité ancienne a été rompue par les cours d'eau conséquents, l'Ârani et la Korttalaiyâr, qui ont creusé des vallées dans les roches jurassiques, puis étalé leurs alluvions dans ces vallées.

A l'Ouest, les reliefs jurassiques dominent la surface gneissique (post-miocène) ; on voit, à leur base, les couches jurassiques reposant sur les gneiss. A l'Est, les reliefs jurassiques dominent la surface uniforme des plateaux pliocènes ; les roches jurassiques plongent sous les cônes de déjections pliocènes. La confusion est facile entre le jurassique et le pliocène ; car ce dernier est formé d'une latérite caillouteuse et graveleuse, qui provient de la décomposition des conglomérats de Satyavedu.

DANS LEUR ETAT PRIMITIF, D'ÉPAIS DEPOTS LITTORAUX.

Les trois aires septentrionales jurassiques ont formé primitivement une unité de relief. Ils constituèrent des dépôts épais, dont l'épaisseur est attestée par la hauteur maxima des monts d'Allikkuli : 381 mètres au dessus du niveau de la mer. D'après cette altitude, on peut estimer que les conglomérats d'Allikkuli-Satyavedu ont plus de 200 mètres d'épaisseur ; car nous avons reconnu, dans une carrière des collines d'Allikkuli, vers 150 m. d'altitude, le contact des conglomérats de galets et d'une couche de grès sous-jacente (1).

(1) Il se peut que cette couche sous-jacente appartienne à l'étage de Sriperumbûdûr, qui constitue, selon les géologues, la base des collines d'Allikkuli.

Les conglomérats sont formés surtout de gros cailloux ronds roulés par les vagues, dont la taille varie de la grosseur du poing à 60 cm. de diamètre; tout cela est lié par un ciment calcaire ou siliceux, ferrugineux, dur, dont les teintes varient du pourpre sombre au brun chocolat. Leur texture nous indique qu'ils se sont déposés tout près de la ligne de rivage jurassique, et que cette ligne de rivage était certainement rocheuse et élevée. Ils nous renseignent même sur la nature pétrologique de ce rivage.

LE RIVAGE JURASSIQUE : QUARTZITES AU NORD ET GNEISS AU SUD.

Au Nord, dans les collines de Satyavedu et d'Allikkuli, les galets sont formés de quartzites. Le rivage voisin, auquel ils ont été arrachés, était donc constitué par les quartzites de Nagari. Ainsi il apparaît clairement que les chaînes méridionales du Cuddapah constituèrent le rivage de la mer jurassique. Les épais dépôts que nous voyons aujourd'hui proviennent de la destruction des falaises de quartzites par les vagues. Ils se formèrent immédiatement à l'Est de ces falaises; et, dans leur état primitif, les couches jurassiques s'appuyaient certainement sur les chaînes du Cuddapah.

En allant vers le Sud, les galets de gneiss deviennent de plus en plus nombreux. Sur les pentes ouest et sud des Allikkuli, on trouve, à une assez faible altitude, des cailloux roulés gneissiques. Ceci indique que, dans cette région, le rivage était formé de gneiss et de quartzites, les quartzites coiffant évidemment les gneiss, comme on le voit dans les monts proches de Nagari. La même remarque se fait plus au Sud dans l'aire de Palayanûru, plateau assez monotone, à la surface duquel on reconnaît assez fréquemment la couche de cailloux roulés, souvent associés à des grès, qui permet de jalonner la ligne de rivage jurassique: gros galets gneissiques de Kanjampattu; galets granitiques et gneissiques, gros blocs arrondis de gneiss dans la région de Mosûr, de Harichandrapuram et près de la gare de Tiruvelangadu. Ce qui est frappant dans cette aire de Palayanûru, c'est la présence générale des gros galets de gneiss. Les galets de quartzites ne sont cependant pas absents des dépôts de Palayanûru; mais ils sont plus petits, leur diamètre atteignant au maximum 30 centimètres. Ceci est une indication sur la nature du rivage voisin: il était essentiellement gneissique; mais des coiffes de quartzites devaient subsister par endroits sur les gneiss.

Où se situait exactement la ligne de rivage? Il n'existe aucun massif montagneux proche qui puisse le matérialiser à nos yeux. Les falaises gneissiques de Sholinghar sont à 25 Km. à l'Ouest, donc beaucoup trop loin. Mais les collines gneissiques de Tiruttani, culminant à 258 mètres, sont beaucoup plus proches. Elles ne sont plus aujourd'hui

qu'un éperon complètement isolé au SE du massif de Kârvetnagar, dont la partie méridionale a été bien plus disséquée que le Nord.

Les collines de Tiruttani sont le dernier reste de ces hauts massifs gneissiques à l'assaut desquels se lançaient les vagues de la mer jurassique.

Plus difficile à expliquer est la présence d'énormes blocs de quartzites, visibles près du village de *Naikenpâlaivam* sur les pentes SO des Allikkuli, presque à la base du jurassique. Ils sont en nombre immense, rassemblés côte à côte, couvrant des hectares de terrain ; des centaines de blocs doivent peser plus d'une demi-tonne et certains pèsent plusieurs tonnes.

Quelle est la provenance de ces blocs ? Dans cette région, ce sont évidemment des quartzites de Nagari. La difficulté d'explication vient de ce qu'ils ne reposent pas sur les gneiss, mais sur des conglomérats jurassiques, dans lesquels ils sont engagés : les quartzites de Nagari étant une roche plus ancienne que le jurassique, comment peut-elle reposer sur celui-ci ? Ces blocs sont trop pesants pour avoir été roulés, comme de simples galets, par les vagues et les courants marins. Bruce Foote, qui étudia la question il y a un siècle, parle d'un transport par les glaciers, mais reconnaît qu'il n'existe aucune trace de période glaciaire dans l'Inde du Sud.

Il faut donc supposer qu'il y avait là un haut rivage de quartzites, ou tout au moins des récifs imposants, dont la base était sapée par les flots de la mer jurassique. Ces vestiges du Cuddapah, en s'écroulant dans la mer, ont roulé sur les premières couches de galets qui forment aujourd'hui la base du Râjmahal ; le dépôt postérieur des sédiments les a englobés dans la masse des conglomérats.

La grosseur des galets montre qu'on est ici tout près de l'ancienne ligne de rivage jurassique. L'épaisseur des sédiments dans cette région — environ 200 m. — indique une mer singulièrement profonde à proximité du rivage. Nous devons donc nous représenter un rivage très élevé qui a complètement disparu : de hautes falaises de quartzites semblables à celles que nous apercevons non loin de là dans les monts de Nagari, qui atteignent encore 854 mètres au Nagari Nose.

L'EVIDENCE D'UNE DISLOCATION JURASSIQUE.

Ces observations nous permettent de conclure qu'à l'époque de Satyavedu (époque du dépôt des conglomérats), existait un rivage haut et continu, constitué, au Nord, par les roches du Cuddapah (quartzites), et, au Sud, par les Ghâts du Kârvetnagar (gneiss), dont la partie supérieure était alors couverte d'une couche de quartzite. La

dissection de la chaîne du Cuddapah et des Ghât du Kârvetnagar, l'apparition des grandes trouées conséquentes de la Swarnamukhi, de l'Ârani, de la Nagari, de la Pâlâr, sont donc post-jurassiques. On peut supposer que les mouvements tectoniques du crétacé ont favorisé cette dissection.

A l'époque de Srîperumbûdûr (probablement jurassique moyen), qui précède celle de Satyavedu, ce haut rivage rocheux n'existait pas. Les dépôts de Srîperumbûdûr, qui sont sous-jacents aux conglomérats de galets et qui existent à la base des collines Allikkuli et du plateau de Palayanûru, attestent cette absence : ils ne contiennent aucun galet de gneiss ou de quartzite.

Nous avons ainsi la preuve tangible d'une dislocation, qui s'est produite entre les transgressions de Srîperumbûdûr et de Satyavedu. Cette dislocation a fait apparaître le haut rivage de quartzite et de gneiss.

Il est probable que cette chronologie pourrait être précisée par la découverte de fossiles mieux conservés, puisque les transgressions du Râjnahal sont présentes en d'autres régions sur la périphérie du Dekkan et à Ceylan.

L'évidence de cette dislocation jurassique a des conséquences importantes pour l'explication de la morphologie régionale. Elle permet d'abord de dater le soulèvement du massif de Kârvetnagar, et par conséquent, du Mysore, qui en était solidaire avant la dislocation crétacée. On s'explique ainsi l'aspect de ruine que présente aujourd'hui ce massif ; on s'explique le démantèlement des Ghât du Kârvetnagar, si différents des autres Ghât, qui sont apparus au crétacé.

En même temps que le socle gneissique, se sont soulevées les couches du Cuddapah, qui reposent sur les gneiss. C'est donc à ce moment que débute l'évolution de la pénéplaine du Cuddapah vers le système appalachien qui existe aujourd'hui.

LES DEPOTS JURASSIQUES EVOLUENT VERS UN RELIEF DE COLLINES.

Après leur émergence, les dépôts jurassiques sont disséqués par les cours d'eau. Les cours d'eau conséquents les divisent en trois unités régionales : Satyavedu, Allikkuli, Palayanûru. Les cours d'eau subséquents séparent les collines de Satyavedu et d'Allikkuli des chaînes du Cuddapah (l'ancien rivage jurassique), auxquelles les conglomérats étaient primitivement accolés.

Cette érosion des conglomérats jurassiques a commencé dès le crétacé, car ils étaient émergés à cette époque. Nous avons deux preuves de leur émergence. D'abord le fait qu'il n'y a point trace de transgression crétacée dans la région. Ensuite, dans la région de Trichinopoly, l'évidence d'un rivage crétacé situé beaucoup plus bas : la transgression crétacée n'a pu recouvrir que la zone déprimée du golfe de Trichinopoly. Les collines de Satyavedu et d'Allikkuli sont restées émergées depuis le crétacé jusqu'à notre époque ; car la transgression miocène n'a pas dépassé le niveau de 150 mètres.

Dans ces conditions, on s'explique comment l'aire de Satyavedu s'est trouvée séparée des monts de Nâgalâpuram par l'érosion de la Kalâr et des petits torrents affluents : toute la partie occidentale des collines de Satyavedu a été déblayée, de sorte qu'un pédiment gneissique, large de quelques 5 Km., sépare actuellement les collines de Satyavedu des monts de Nâgalâpuram.

De même l'aire d'Allikkuli est séparée des monts de Nagari par l'ancienne vallée de la Nagari, dite actuellement couloir de Nagari à Nâgalâpuram (du nom des deux villes qui sont à ses extrémités). La Nagari n'occupe plus ce couloir, parce qu'on l'a détournée artificiellement il y a plusieurs siècles. Mais c'est elle qui, comme la Kalâr dans le cas précédent, a déblayé cette dépression, qui est devenue une surface gneissique, d'environ 80 mètres d'altitude, avec des buttes à pente faible ne dépassant point 100 mètres.

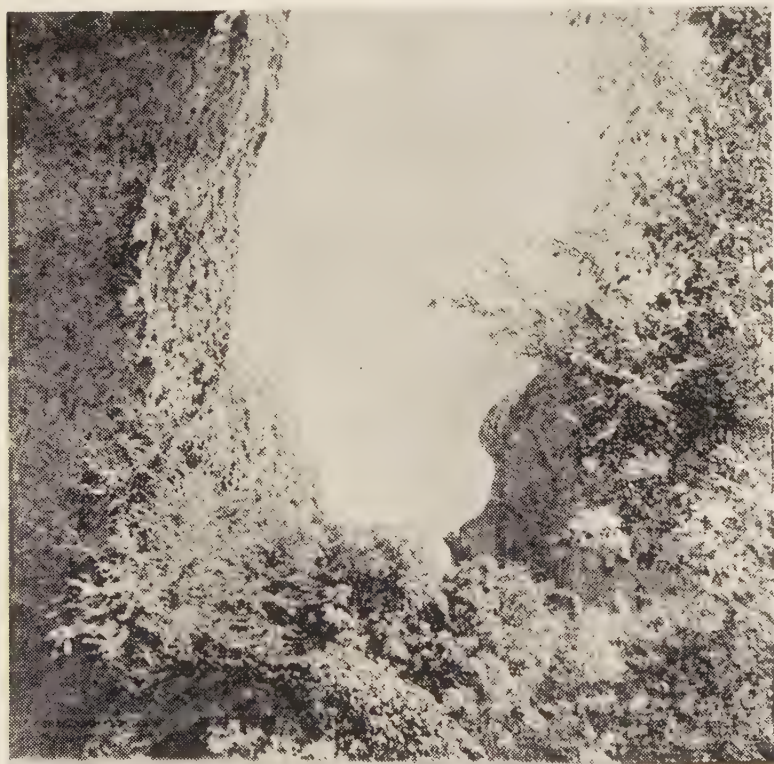
D'autre part, les dépôts jurassiques, attaqués par l'érosion ont donné un relief de collines. Au Nord, les collines de Satyavedu, atteignant des altitudes de 282 m., 212 m., 193 m., dominant le glaciaire postmiocène (qui est ici un peu au dessous de 75 m.).

Puis, au Sud de l'Ârani, les collines d'Allikkuli, amphithéâtre dont le centre est le bassin de Place Pâlaiyam, à 130 mètres d'altitude, tandis que la périphérie s'élève à 319 m. au Nord, à 381 m. à l'Ouest. Ici l'érosion est caractérisée par le déblaiement médian d'un cours d'eau conséquent (direction NO-SE) descendant de ces collines, le torrent d'Allikkuli : ce torrent a créé le bassin de Place Pâlaiyam, qui a évolué depuis le pliocène vers une forme de pédiment.

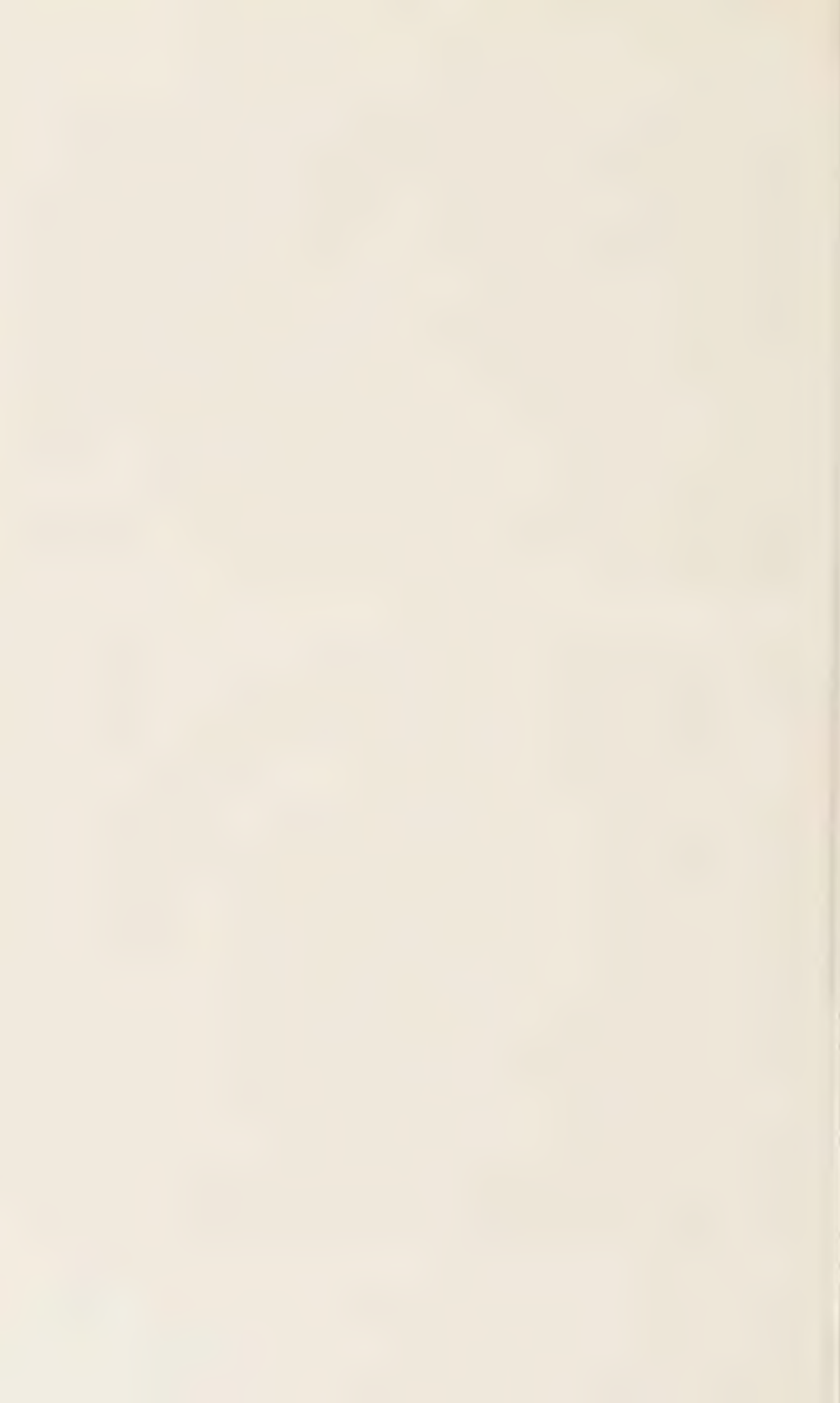
Enfin, entre la Nagari (au Nord) et la Cooum (au Sud), la région de Palayanûru montre une érosion beaucoup plus poussée : ce n'est plus qu'un plateau, qui ne dépasse pas 93 mètres, alors que le plateau gneissique sous-jacent est à quelques 75 m. d'altitude. Région couverte de conglomérats latéritiques, mais où affleurent en maints endroits les gros galets qui caractérisent les conglomérats de Satyavedu.

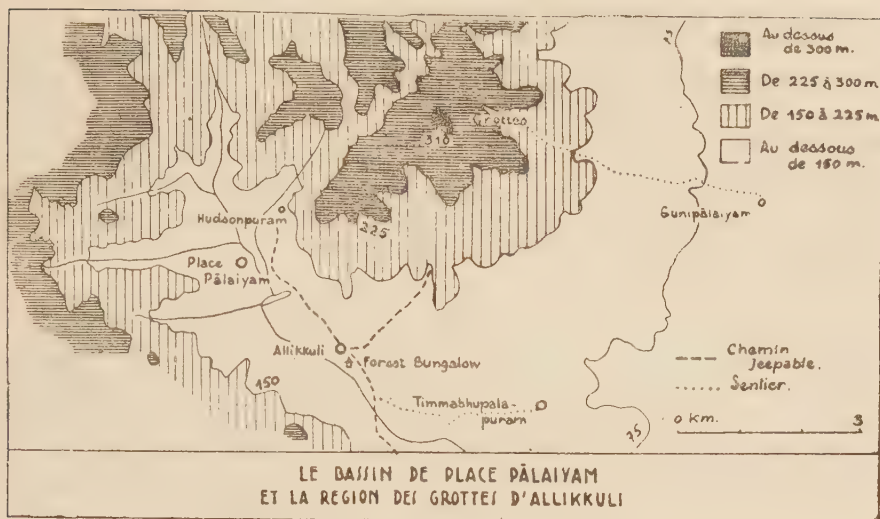


7. Le ravin d'Allikkuli (vu d'en haut)



8. Le ravin d'Allikkuli:
passage de l'ancien Torrent.





LES FORMES DU RELIEF : PENTES DOUCES ET FALAISES VERTICALES.

Le premier aspect des collines de Satyavedu et d'Allikkuli, c'est la mollesse des formes. Les pentes orientales, soumises à l'abrasion de la mer miocène (au dessous de 150 m.), puis à l'action des sheetfloods pliocènes, sont un glacis en pente douce. Les surfaces sommitales sont des croupes aux formes lourdes. La région est entièrement couverte de galets, de cailloux roulés, évidemment arrachés aux conglomérats et étalés par les eaux de ruissellement.

Mais, pendant les phases pluvieuses du pléistocène, les torrents ont creusé des ravines profondes dans ces conglomérats, qui se délitent assez facilement (1).

Dans l'aire de Satyavedu, c'est surtout la région nord qui est entaillée de vallées étroites, bordées de falaises escarpées (une falaise y atteint 45 mètres de hauteur). Dans l'aire d'Allikkuli, le ravinement s'est développé autour du bassin de Place Pālaiyam. En outre, le délitage des galets favorise dans ces falaises le creusement de grottes, telles les célèbres grottes d'Allikkuli.

(1) On observera un phénomène analogue et contemporain dans les conglomérats pliocènes qu'on appelle grès de Cuddalore. Cf. le ravin de *Bommayapālaiyam* Première Partie, chap. VI.

LE PROBLEME DES GROTTES D'ALLIKKULI.

Les grottes d'Allikkuli, connues des paysans de la région sous le nom de Mannasi Amman Koil (sanctuaire de Mannasi Amman) sont situées sur le versant oriental des collines d'Allikkuli. Sur la carte à 1 inch = 1 mile (carte n° 57.0/15), on repérera leur position de la manière suivante : suivre, à partir du village de Gunipālaiyam, le sentier conduisant vers l'Ouest ; les grottes sont situées à l'endroit où ce sentier rencontre la courbe de niveau 750 pieds (225 mètres) (1).

Le site est un amphithéâtre large de 200 à 300 mètres, limité par des falaises verticales de conglomérats jurassiques, hautes d'une trentaine de mètres. Cet amphithéâtre dessine sur la carte un ravin orienté Est-Ouest et fermé à l'Ouest ; il apparaît nettement sur la carte en courbes de niveau à 1 inch = 1 mile. A la base de la falaise sud s'ouvrent la grotte principale et deux grottes adjacentes plus petites.

La falaise et les grottes d'Allikkuli furent signalées, en 1871, par Bruce Foote, qui leur attribua, dans un jugement hâtif, une origine marine. Depuis lors, la question de l'origine est restée controversée.

La thèse de l'origine marine, reprise par B. M. Thirunaranan (1952), comporte les arguments suivants. Les conglomérats sont liés par un ciment insoluble dans l'eau : ils n'ont donc pas pu être attaqués par les eaux d'infiltration, comme cela se voit dans les grottes calcaires : on n'observe, du reste, aucune trace de stalactites ou de stalagmites. D'autre part, le sol de la grotte principale, en pente douce vers l'extérieur, est couvert de galets détachés des conglomérats ; mais ceux-ci ne présentent aucun amoncellement. Donc les galets descellés lors du creusement ont été déblayés, entraînés vers l'extérieur. On pourrait être tenté d'attribuer le creusement au délitement des galets sous l'action du mince filet d'eau qui, à la saison pluvieuse, suinte du fond de la grotte ; mais il faudrait reconnaître, dans ce cas, que ce filet d'eau est loin d'avoir une puissance suffisante pour déblayer les galets. Par conséquent, le sol de la grotte a été déblayé par un agent extérieur, qui est la mer.

(1) Nous donnons ici les indications indispensables pour réaliser une excursion aux grottes d'Allikkuli. L'excursion doit se faire en jeep. Passer la nuit au P.W.D., Bungalow de Pūndi (dépendant de l'Executive Engineer, P.W.D., Pūndi) ou, de préférence, au Forest Bungalow d'Allikkuli (dépendant du Forest Officer of Chingleput District, Saidapet). On trouvera facilement un guide au village d'Allikkuli, ou à celui de Place Pālaiyam. Quitter le bungalow très tôt le matin. Au Nord du village d'Allikkuli, la voiture peut faire encore 2 ou 3 km. sur une piste. Le reste de l'excursion demande une heure de marche. Au cours de la visite des grottes, observer le silence, pour éviter l'agression des abeilles, qui tournoient par myriades dans l'amphithéâtre des falaises.

Contre l'origine marine, on allègue (Prof. Dowie, 1939) l'absence d'une ligne de rivage à ce niveau, l'absence de vestiges marins sur le site.

Ayant étudié la question dans le cadre d'une excursion organisée par l'Institut Français (Section Scientifique) de Pondichéry, nous proposons une solution nouvelle.

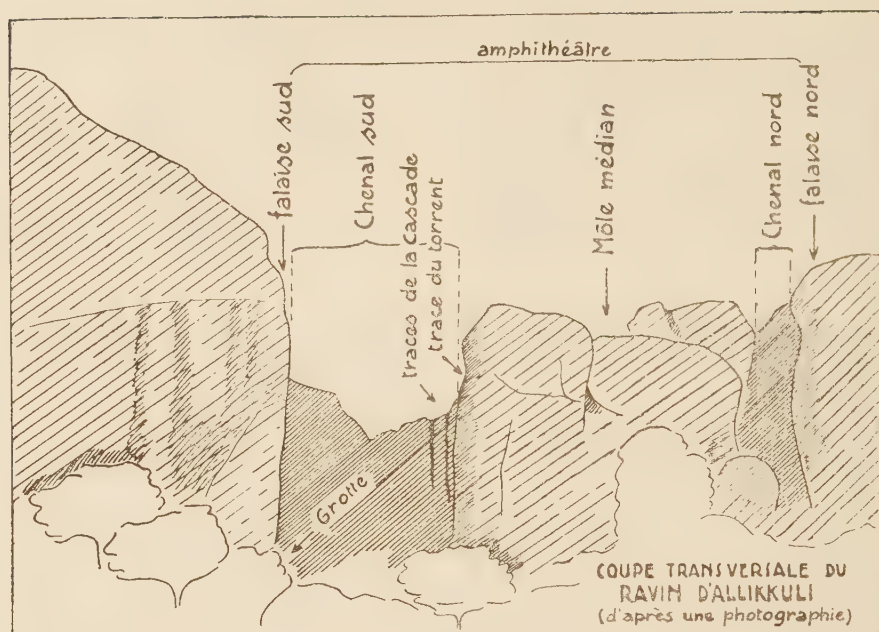
Il faut écarter, selon nous, l'hypothèse de l'origine marine pour les raisons suivantes :

1°/ Lorsqu'on examine l'ensemble de la topographie dans la région des grottes d'Allikkuli, on constate la fréquence des escarpements dans les conglomérats jurassiques. Ces escarpements, qui peuvent mesurer de un à plusieurs mètres, sont un trait général du paysage : on les trouve sur les pentes à tous les niveaux et jusque sur les crêtes, vers 300 mètres. Il apparaît donc clairement qu'ils n'ont aucun rapport avec un rivage marin, dont les traces se présenteraient à une altitude uniforme.

Les falaises de 30 mètres, qui bordent le ravin de Mannasi Amman Koil, ne sont qu'une amplification de ce trait topographique général. On remarque, d'ailleurs, que les escarpements, dans la région considérée, sont disposés parallèlement dans une direction Ouest-Est. Ceci suggère l'idée que ce trait topographique est lié à la structure du sol. Le socle cristallin sous-jacent, qui présente fréquemment des directions de cassures Ouest-Est, peut expliquer ce relief : les mouvements du socle cristallin, suivant les plans de cassure, auraient provoqué dans la couverture jurassique des failles, qui auraient orienté l'érosion et fait apparaître petits escarpements et falaises.

2°/ Les collines d'Allikkuli sont formées de conglomérats d'époque jurassique ; et si on observait sur ces collines le dessin d'une ligne de rivage, celle-ci aurait naturellement été formée par une transgression post-jurassique. Or nous avons montré précédemment que, dans la région considérée, les transgressions, au Tertiaire et au Quaternaire, n'ont pas pu dépasser la courbe de niveau de 150 mètres (500 pieds). Les grottes d'Allikkuli, se trouvant approximativement à l'altitude de 225 mètres (courbe de niveau de 750 pieds), sont nettement au dessus de toute transgression marine possible.

L'hypothèse de l'origine marine étant écartée, il faut rechercher si le site des falaises ne révèle pas une autre origine. Le ravin limité par les falaises est l'œuvre de l'un des torrents qui s'écoulent vers l'Est sur le glacis oriental des collines d'Allikkuli ; l'érosion, orientée par les failles Ouest-Est, a déterminé l'apparition des falaises (ce phénomène n'est pas exceptionnel : nous avons vu, dans l'aire de Satyavedu, des vallées analogues bordées de falaises). Le cours d'eau indiqué sur la carte est intermittent ; mais il a certainement été plus important dans les périodes pluvieuses du Pléistocène.



Le ravin d'Allikkuli est un amphithéâtre limité par des falaises au Nord, au Sud et à l'Ouest ; il n'est ouvert que vers l'Est. Il apparaît ainsi que le torrent, venu de l'Ouest, entrait dans l'amphithéâtre par une cascade. La topographie révèle également qu'au dessus de la cascade, le torrent se divisait en deux bras que séparait un môle rocheux (ce môle médian est encore très visible sur les photographies). L'eau se précipitait donc dans l'amphithéâtre par une double cascade. Les traces de son érosion sont particulièrement marquées dans le bras sud du torrent ; au dessus de la cascade, la trace incurvée du sapement de l'eau sur la rive gauche ; le long de la cascade, les rainures verticales creusées par l'eau.

L'amphithéâtre se divise nettement en deux parties :

1°/ La partie supérieure, à l'Ouest, où l'eau, dévalant des crêtes, a creusé deux chenaux, échancrant nettement le haut des falaises, séparés par le bloc rocheux médian. Le chenal sud, le plus large, devait avoir le plus gros débit. Le chenal nord se présente comme une brèche étroite et un peu incurvée.

2°/ La partie inférieure, à l'Est, où il n'y a point de bloc rocheux médian : là, les eaux divisées des deux cascades se rejoignaient en un tourbillon. Les grottes se creusent à la base de la falaise sud.

Nous concluons de ces observations que le tourbillon de l'eau au pied des cascades constituait une marmite de géants. De plus, l'arrivée de l'eau de la cascade nord, resserrée dans un chenal plus étroit et légèrement incurvé, défectait vers la rive droite l'eau de la cascade sud. Les grottes ont donc été créées par l'eau tourbillonnant dans la marmite de géants, entraînant dans son mouvement une multitude de galets détachés des conglomérats et exerçant un sapement plus vigoureux sur la falaise sud.

La forme de la grotte principale s'explique parfaitement par ce sapement de l'eau. Cette forme est, en effet, celle d'un croissant peu profond : en gros, un segment de cercle, dont la corde (ouverture de la grotte) mesure environ 70 mètres, tandis que la plus grande profondeur de la grotte n'excède pas 20 mètres. La voûte se présente en forme d'arche : sa hauteur à l'entrée peut atteindre 9 mètres ; mais elle décroît graduellement vers le fond de la grotte jusqu'à 1 m. 50 environ. Cette forme en croissant, à ouverture large et profondeur faible, répond bien à l'action d'un tourbillon d'eau sapant la base de la falaise.

Le torrent avait naturellement une puissance beaucoup plus grande qu'aujourd'hui, non seulement en raison d'un climat plus humide, mais aussi en raison d'une organisation différente du drainage. Actuellement, presque toutes les eaux du massif d'Allikkuli se rassemblent dans le bassin central de Place Pâlaiyam, où elles constituent le torrent d'Allikkuli. Mais c'est là un drainage évolué, résultant de la dissection du massif et de captures. Avant cette évolution, le drainage était plus morcelé ; et les torrents infimes, généralement à sec, que nous voyons sur le glacis occidental des collines, devaient avoir un bassin d'alimentation plus étendu. En particulier, le torrent qui s'écoulait dans l'amphithéâtre de Mannasi Animan Koil devait recueillir une grande partie des eaux qui s'écoulaient maintenant vers Hadsanpuram et Place Pâlaiyam.

Quant au processus d'érosion des conglomérats, il se manifeste clairement dans la région. Les galets, scellés par leur ciment ferrugineux, se descellent assez facilement sous l'action de l'eau et des variations de température : la surface des collines est marquée de nombreuses alvéoles, qui sont les cavités abandonnées par les galets libérés. Les voûtes et parois des grottes sont tapissées de ces mêmes alvéoles. On se représente aisément que les galets, qui se détachent si facilement de leurs alvéoles sur les pentes des collines, ont pu *a fortiori* se détacher à la base des falaises sous les chocs multipliés des galets tourbillonnants.

Nous concluons donc que les grottes d'Allikkuli doivent leur existence à l'action de l'eau dans une marmite de géants, sapant la bases des falaises.

V

LA SURFACE D'ÉROSION MIOCÈNE ET POST-MIOCÈNE

Les Ghât, les chaînes du Cuddapah, les collines jurassiques, limitent à l'Ouest la grande surface d'érosion du Coromandel. Entre cette limite et la mer, s'étend un glacis en pente douce. Des inselbergs, parfois de véritables chaînes comme celle de Jinjî, peuvent en rompre la monotonie. L'impression dominante est cependant celle d'une grande plaine d'environ 60 Km. de largeur, s'élargissant du Nord vers le Sud.

Sur cette plaine affleurent des terrains variés. D'abord les roches archéennes en bordure des Ghât : charnockites au pied des Pachaimalai, gneiss presque partout. Entre Pondichéry et Madras, cet affleurement s'avance jusqu'au rivage actuel de la mer : c'est le *saillant archéen de la basse Pâlâr*, (région de Chingleput, Tirukalikunram, Pallâvaram Madurântakam). Puis ce sont les divers affleurements jurassiques, au Nord et au Sud de la Pâlâr, surtout ceux du Nord, qui occupent tout le centre d'un ancien golfe entouré de gneiss : le golfe de Conjeevaram-Srîperumbûdûr. Au Sud, les divers affleurements crétacés. Enfin toutes les alluvions pliocènes et pléistocènes. Ces affleurements sont nivelés. Sauf exception, on n'observe aucune rupture de pente, aucune dénivellation, en passant d'un affleurement à un autre.

L'aspect du pédiment.

L'aspect de ce plateau ne diffère pas essentiellement de celui du Bâramahâl, du plateau de Chittoor, du plateau intérieur du Kongu Nâd : surface nivelée et couverte d'un sol latéritique assez mince, insensiblement inclinée vers la mer, mais hérissée d'inselbergs de toutes tailles, depuis les véritables montagnes (chaîne de Jinjî) jusqu'à de simples amas ruiniformes de roches, qui dressent leurs escarpements au milieu d'un moutonnement de récifs polis. Les inselbergs, même les moindres, se dressent toujours sur un très faible bombement du plateau : ils apparaissent ainsi comme des centres de nivellements particuliers, qui se raccordent toujours sans rupture de pente marquée avec les surfaces d'érosion voisines. L'ensemble apparaît comme une juxtaposition de pédiments, dûs aux sheet-floods descendus des Ghât et aux sheet-floods locaux étalés autour des inselbergs. Dans son état naturel, la surface du plateau est parsemée de cailloux (atteignant jusqu'à la grosseur du poing) qu'ont dispersés les sheet floods. Mais,

par suite de la mise en valeur du pays, cet aspect naturel est en voie de disparition (1).

Entre la surface gneissique et celle des terrains récents sous lesquels les gneiss plongent à l'Est, il y a une parfaite continuité de pente. On en donnera comme exemples : la ligne de contact des gneiss et des grès de Cuddalore, qui suit la route Madras-Trichinopoly dans la région d'Ulundur ; la ligne de contact des gneiss et des alluvions récentes, que l'on franchit en suivant la même route entre Tindivanam et Villupuram. C'est un grand glacis d'érosion, qui se prolonge sur les terrains récents. La surface des gneiss n'est légèrement déprimée, en forme de gouttière, que dans le bassin des principaux cours d'eau : la Cheyyâr et la Ponnaiyâr (ce qui est dû à un début de creusement dans les phases pluvieuses).

Mais ces cours d'eau n'ont pas creusé de vallées. L'insignifiance du creusement le long des *thalwegs* pourrait trouver une réponse facile dans l'affirmation que les cours d'eau ont atteint leur profil d'équilibre. Mais cette explication ne serait pas convaincante, lorsque le cours d'eau traverse une partie du plateau située à 100 ou 150 mètres du dessus du niveau de la mer. Il faut se rappeler ici la constatation que nous avons faite sur les plateaux de Chittoor et du Bâramahâl : les cours d'eau surchargés d'alluvions s'étalent sur des lits de sable démesurés et ne creusent pas.

La disposition des inselbergs révèle des alignements grossièrement parallèles suivant la direction NE-SO qui est celle des principales lignes de cassures du socle archéen. Un grand nombre de ces inselbergs sont signalés comme charnockitiques : St. Thomas Mount et Pallâvaram, Mahâbalipuram, Jinjî, Tiruvannamalai, Arkonam, Vellore. On reconnaît aisément plusieurs alignements d'inselbergs. L'alignement de Madras à Chingleput, marqué par les hauteurs du St. Thomas Mount, de Pallâvaram, Vandalûr, Chingleput. Entre cet alignement et la mer, les rangées de collines similaires qui hérissent le saillant de la basse Pâlâr autour de Tirukalikunram. A l'Ouest, l'alignement de Malaipedu et Erumaiyûr. Au Sud de la Pâlâr, les collines allongées, NE-SO, d'Acharapâkkam (près de Madurântakam) ; les buttes escarpées de Wandiwash (310 m.), l'importante chaîne de Jinjî (540 m.) ; la montagne de Tiruvannamalai (815 m.) ; l'alignement du Kachirappat Malai (350 m.) au Varakur Malai (452 m.).

Sauf dans la chaîne, déjà très disséquée, de Jinjî, qui barre l'horizon sur plus de 15 Km. avec un aspect de Ghât, toutes ces

(1) On voyait ainsi, en 1956, dans la région du Water Birds' Sanctuary de Vedanthangal (près de Madurântakam), les paysans ramasser soigneusement les pierres éparses du plateau et les entasser.

hauteurs sont des buttes isolées, escarpées. Leur alignement évoque l'idée d'anciennes chaînes gneissiques de direction NE-SO, dont les plans de cassure auraient permis le soulèvement de masses charnockitiques alignées dans la même direction. Des môles particulièrement élevés devaient se dresser dans les régions de Chingleput-Tirukalikunram et de Jinji-Tiruvannamalai. Ces chaînes subirent probablement des dislocations tectoniques analogues à celles qui ont affecté les Ghât. Plus proches de la mer que les Ghât, elles ont été exposées aux transgressions marines, à l'érosion subaérienne. Disséquées, transformées en archipels au milieu de la mer, elles ont finalement donné ces reliefs résiduels parsemés à la surface du plateau.

La Mer Tertiaire : la Théorie de Cushing.

Sur le glacis d'érosion du Coromandel, il n'est pas aisé de trouver des preuves tangibles d'un niveau marin tertiaire. C'est par l'étude du Kerala que nous connaissons l'existence d'une surface d'abrasion miocène : le Plateau Latéritique, dont George Kuriyan (1941 — 42) signale les vestiges entre 165 et 195 mètres d'altitude. Si une telle surface existe dans le Kerala, nous devons la rechercher dans le Coromandel.

Ceci nous amène à examiner la théorie de Cushing (1913), qui considère comme d'anciennes falaises marines toute la bordure des Ghât orientaux et des chaînes de Cuddapah, et même, au Sud de la Kàviri, la bordure orientale des Ghât occidentaux. Il affirme que leurs escarpements ont été créés par l'érosion de la mer et qu'il n'y a point trace de failles. Ceci est en contradiction avec tout ce que nous connaissons de la morphologie des Ghât : l'existence des failles n'est point douteuse et elle était déjà démontrée à l'époque où écrivait Cushing.

En outre, le géographe américain ne prête aucune attention au niveau où se situerait la base de ces prétendues falaises marines. Il ne semble point avoir vu que la base des PaLni (région de Kodaikanal), celle des Kalràyan et celle du Kàrvetnagar sont à des niveaux fort différents (en 1913, la carte de l'Inde en courbes de niveau n'était qu'ébauchée : et il ne semble d'ailleurs pas que Cushing en ait connu des fragments). En particulier, lorsqu'il considère comme falaises marines les escarpements de Kodaikanal dans les PaLni, une dénivellation atteignant plus de 1.700 mètres, il semble ignorer le fait que la base de ces escarpements est à 375 mètres d'altitude, c'est-à-dire selon nous, bien au dessus de toute transgression marine.

Envisageant la surface d'érosion qui s'étend à l'Est des Ghât, Cushing l'interprète comme une plaine d'abrasion marine. Il est toutefois frappé d'une contradiction : l'érosion de la mer a été assez puissante pour niveler presque parfaitement cette surface ; mais il subsiste des



9. Les inselbergs et le pédiment gneissique,
vus du Fort de Jinji.



10- Aspect de pédiment gneissique (région d'Arni)

saillants de la falaise, que cette érosion a été incapable de réduire Cushing cherche à expliquer la conservation de ces saillants en disant qu'ils sont en quartzite, roche plus dure que les schistes et les gneiss de la plaine. Ceci révèle qu'il a vu les falaises de quartzite ; mais nous savons que ces falaises ne constituent pas, à proprement parler, les Ghât, qui sont gneissiques et charnockitiques. Il n'y a point de schistes. Quant aux gneiss, on les rencontre aussi bien sur les Ghât que dans la plaine.

Enfin, lorsque Cushing note, comme vestiges d'un rivage, la présence de cordons de sables et de lits de galets, il fait preuve d'une observation très superficielle, qui ne tient même pas compte des travaux des géologues du XIX^{ème} siècle. Les lits de galets n'existent que dans les dépôts jurassiques et pliocènes. Et les sables ont été déposés par les cours d'eau quaternaires.

En résumé, la théorie entière de Cushing est à rejeter.

La surface d'abrasion miocène.

Recherchons où peut se situer, dans le Coromandel, la surface d'abrasion correspondant au Plateau Latéritique du Kerala. Ce n'est point entre 165 et 195 mètres d'altitude. En effet, plusieurs massifs montagneux, notamment les chaînes du Cuddapah et les Ghât du Kârvetnagar, ont leur base vers 150 mètres d'altitude, et s'il avait existé un niveau marin entre 165 et 195 mètres, l'érosion marine aurait fait apparaître, au flanc de ces massifs, l'encoche caractéristique d'un rivage. Or, nous n'observons rien de tel.

Si l'on excepte les nombreux inselbergs, la surface du glacis d'érosion est presque entièrement au dessous de 150 mètres d'altitude. La courbe de niveau 150 mètres (500 pieds) suit la base des chaînes du Cuddapah (monts Velikonda, monts de Nagari et de Nâgalâpuram) en décrivant des golfes profonds entre ces massifs disséqués. Puis elle longe le massif de Kârvetnagar au pied des Ghât extérieurs de Puttûr à Sholinghar. Au Sud de la Pâlâr, la courbe 150 mètres se tient généralement à quelque distance des Ghât : passant par les régions d'Arcot, Arni, elle se rapproche des monts Javâdi à Polûr, puis se tient éloignée des Kalrâyan et des Pachaimalai, dont la base immédiate coïncide à peu près avec la courbe de niveau 225 mètres (750 pieds). C'est donc seulement au Sud de la Pâlâr que le glacis d'érosion présente une marge plus élevée, entre 150 et 225 mètres d'altitude.

La surface d'érosion est donc presque entièrement développée au dessous de la courbe de niveau 150 mètres (500 pieds). Nous en concluons que le niveau marin n'a point dépassé, au Tertiaire, l'altitude

de 150 mètres. Il y a donc une différence de niveau d'au moins 30 mètres entre les surfaces d'abrasion du Kerala et du Coromandel. Ceci implique un léger basculement du socle archéen vers l'Est (1).

Les Ghât orientaux ne paraissent donc pas avoir constitué le rivage de la mer, sauf sur une portion assez restreinte : la région de Sholinghar, au Nord de la trouée de la Pallâr. Au Nord de Tiruttani, les chaînes du Cuddaph, qui s'interposaient entre le plateau gneissique et la mer, ont indubitablement constitué le rivage.

Toute la partie du plateau qui s'étend au dessus de 150 mètres ne peut correspondre qu'à des pédiments, développés au pied des Ghât et se raccordant avec l'ancienne surface d'abrasion.

Si le niveau de la mer miocène était vers 150 mètres d'altitude dans le Coromandel, un grand nombre des inselbergs actuels, qui dépassent cette altitude, devaient alors être des îles, exposées à l'érosion des vagues. La question se pose donc de savoir si les inselbergs actuels portent la trace d'une surface d'abrasion. Sans se prononcer d'une façon définitive sur cette question, on peut dire que l'existence d'une telle surface n'est pas incompatible avec l'aspect général des inselbergs : ce qui frappe dans le paysage, c'est l'horizontalité de l'ensemble des hautes surfaces dans un groupe d'inselbergs, comme si chacune de ces éminences était un fragment d'un ancien plateau.

Les groupes de Jinjî et de Tiruvannamalai, trop élevés au dessus de 150 mètres, ne semblent point porter de traces d'un tel plateau. Mais les groupes de Madurântakam (colline d'Acharapâkkam), de Chingleput et de Tirukalikunram montrent des surfaces sommitales assez uniformes, dont l'altitude est voisine de 150 mètres (les points culminants, plus élevés, que nous avons indiqués, ne correspondent qu'à certaines parties exceptionnellement élevées des surfaces sommitales). Plus au Nord, on retrouve la même uniformité des hautes surfaces, mais à une altitude un peu inférieure à 150 mètres, dans les collines de Malaipedu et d'Erumaiyûr (région de Srîperumbûdûr), dans la colline de Pallâvaram et le St. Thomas Mount, tandis que la colline de Vandalûr est au dessus de 150 mètres. Dans la région de Nellore, les inselbergs à coiffe de quartzite sont inférieurs à 150 mètres.

Une remarque pourra expliquer la conservation relativement médiocre des surfaces d'abrasion sur les inselbergs. S'il a existé deux

(1) La surface d'érosion se maintient sensiblement à la même altitude jusque dans l'extrême Sud de la péninsule (dans la région de Srivilliputûr, nous trouvons la base orientale des Ghât occidentaux sur la courbe de niveau 750 pieds. Nous ne trouvons donc pas d'argument morphologique en faveur d'un basculement vers le SE...

surfaces d'abrasion, l'une "continentale" (c'est-à-dire créée par la mer sur le continent), l'autre "insulaire" (celle de nos inselbergs), elles se sont trouvées dans des conditions de conservation différentes. La surface d'abrasion "continentale", soumise aux sheet-floods, a pu être nivelée, mais non sensiblement altérée, ni réduite dans son extension. Au contraire, la surface "insulaire" a vu son extension réduite par le recul progressif des versants escarpés des inselbergs.

L'âge du pédiment et des inselbergs.

Admettre la réalité d'une submersion miocène et d'une surface d'abrasion de même époque, ne suffit pas à expliquer l'ensemble du glacis d'érosion. Celui-ci s'élève, en effet, jusqu'au pied des Kalrâyan et des Pachaimalai, à un niveau que la mer miocène n'a jamais atteint; et il descend presque jusqu'au niveau actuel de la mer, c'est-à-dire bien en dessous du niveau où la surface d'abrasion miocène a pu se développer. C'est pourquoi nous devons admettre que le glacis d'érosion du Coromandel n'a dû sa formation que très partiellement à l'action de la mer.

A la suite de Bruce Foote (1871), les géographes de l'Ecole de Madras ont admis l'existence d'une "Mer Latéritique" (ainsi appelé en raison des sédiments latéritiques qui s'y seraient déposés), mer qui aurait recouvert tout le glacis du Coromandel au miocène, au pliocène et au pléistocène. Nous montrerons plus loin (1) que cette "Mer Latéritique" n'a jamais existé et que le Coromandel était émergé dès le pliocène. Mais nous pouvons dès maintenant montrer, par des considérations morphologiques, à quelles contradictions la théorie de Bruce Foote aboutit. Si l'ensemble du pays était resté submergé jusque vers la fin du paléolithique, on ne voit point comment le glacis d'érosion aurait pu se former. Pendant la période de submersion, toute la région se serait couverte de sédiments (ces grès de Cuddalore, qu'on croyait autrefois déposés au fond de la mer). Et alors comment supposer qu'après l'émersion, c'est-à-dire dans le court délai du néolithique, ces sédiments aient pu être disséqués et déblayés, et les pédiments prendre leur forme actuelle? La théorie de Bruce Foote aboutit à l'impossibilité d'expliquer le relief du glacis d'érosion.

Si, rejetant l'idée d'une submersion totale jusqu'au paléolithique on lui substituait l'idée d'un retrait progressif de la mer, on pourrait tenter d'expliquer le relief du glacis par l'action des vagues balayant successivement, dans leur retrait, tous les niveaux du glacis. Nous allons montrer que cette explication se heurterait aussi à certaines difficultés morphologiques. Certes on est souvent frappé, en parcou-

(1) Cf. le chapitre sur les *Variations des Lignes de Rivage*.

rant le glaciaire d'érosion, par des aspects qui évoquent un rivage : ces inselbergs, entourés de récifs qu'on dirait polis par la mer. Tels sont les aspects qu'on remarque au pied des falaises de Sholinghar, vers 150 mètres d'altitude (ligne de rivage miocène) ; au pied des collines de Jinji, vers 100 mètres d'altitude ; autour des dykes de Semangalam et de Perumbakkam (au NO de Pondichéry), vers 30 mètres d'altitude ; enfin, dans la région de l'estuaire de la Pâlar (Cheyûr), à quelques mètres au dessus du niveau de la mer. Si ces surfaces devaient être interprétées comme des surfaces d'abrasion, elles seraient évidemment d'époques très différentes : les plus basses seraient beaucoup plus récentes que la plus élevée, celle de Sholinghar. Et, par suite, leurs formes d'érosion littorale devraient être dans des états de conservation très différents : fraîcheur des formes près de Cheyûr et de Pondichéry ; vétusté des formes près de Jinji et surtout de Sholinghar. Or il n'en est rien : tous ces modelés de récifs, à quelque altitude qu'on les trouve, accusent une identique fraîcheur de forme. Nous en concluons qu'ils se sont tous formés simultanément ; et cette formation ne peut s'expliquer que par l'action des sheet-floods pendant les périodes de climat semi-aride.

En résumé, nous pouvons esquisser l'évolution du glaciaire d'érosion de la façon suivante :

1° / Au miocène, le pays est submergé jusqu'à un niveau maximum de 150 mètres ; au dessous de ce niveau, se développe une surface d'abrasion, dont il est impossible de préciser l'étendue en raison de son raccordement avec les pédiments ultérieurs.

2° / Au pliocène et au pléistocène, le pays est émergé ; le climat semi-aride entraîne la formation de pédiments et les vestiges des anciennes chaînes montagneuses sont transformés en inselbergs.

On remarquera la différence d'évolution avec le Kerala. Au Kerala où règne un climat pluvieux, la surface d'abrasion miocène est disséquée et subsiste par lambeaux. Dans le Coromandel, la même surface, nivelée, transformée en pédiment, se raccorde insensiblement aux pédiments supérieurs (au dessus de la courbe de niveau 150 mètres) et inférieurs (voisins du littoral actuel).

VI

LES PLATEAUX ROUGES PLIOCENES :
LES GRES DE CUDDALORE (Kâdalûr)

Les plateaux rouges sont un trait morphologique frappant de la plaine littorale indienne. Même un observateur ignorant de la géologie ne peut manquer de remarquer leurs paysages relativement dénudés, leur latérite apparente et souvent ravinée, leur altitude légèrement supérieure à celle des plaines alluviales environnantes. Dans la région que nous considérons, nous rencontrons successivement, du Nord au Sud : les plateaux de Nellore ; le plateau d'Âvadi, proche de Madras (improprement appelé les Red Hills) ; les plateaux de Pondichéry et de Tiruvakarai ; les plateaux de Cuddalore-Vriddhachalam et d'Udaiyarpâlaiyam (ce dernier situé immédiatement au Nord de la Kâviri). Mais ces formations discontinues se poursuivent au Nord et au Sud de la région considérée.

L'origine : des cônes des déjections mio-pliocènes.

Le premier problème relatif à ces formations est celui de leur classification géologique. En dépit de leur diversité de facies et (exception faite des bois silicifiés) de l'absence de fossiles, peut-on les grouper en une seule formation ? Les géologues ont généralement répondu par l'affirmative (quoiqu'il y ait eu quelque hésitation à assimiler les formations du Kerala et celles du Coromandel). Ce sont toujours des dépôts grossiers (sable à gros grain, graviers, minuscules galets), disposés en strates horizontales, d'une teinte généralement ferrugineuse. Leur consistance permet de les appeler des grès, le plus souvent très friables, mais formant parfois, grâce à la cimentation latéritique superficielle, une carapace dure ; par exemple, sur la colline qui domine le Grand Etang d'Oussoudou (Pondichéry) ; ou bien, sur le plateau de Cuddalore-Vriddhachalam, les larges dalles rougeâtres qui évoquent une chaussée romaine. De là le nom de grès de Cuddalore (Kadalûr), appellation qu'on a généralisée dans le Coromandel.

Débris arrachés aux massifs montagneux les plus proches, ils s'apparentent évidemment à ceux-ci par leur nature. Au Nord de la Pâlâr, ce sont des conglomérats caractérisés par la présence d'une grande quantité de galets de quartzites ; car l'arrière-pays est formé par les chaînes du Cuddapah (Kaddapah), dont les formations les plus méridionales sont les monts de Nagari. Il est évident que ces dépôts proviennent de la destruction des chaînes du Cuddapah, à moins que

ce ne soit de la destruction des collines jurassiques (Satyavedu, Allikuli), dans lesquelles dominent les galets de quartzites. C'est pourquoi la limite n'est pas nette entre les affleurements jurassiques et les affleurements pliocènes, les seconds ayant emprunté leurs matériaux aux premiers.

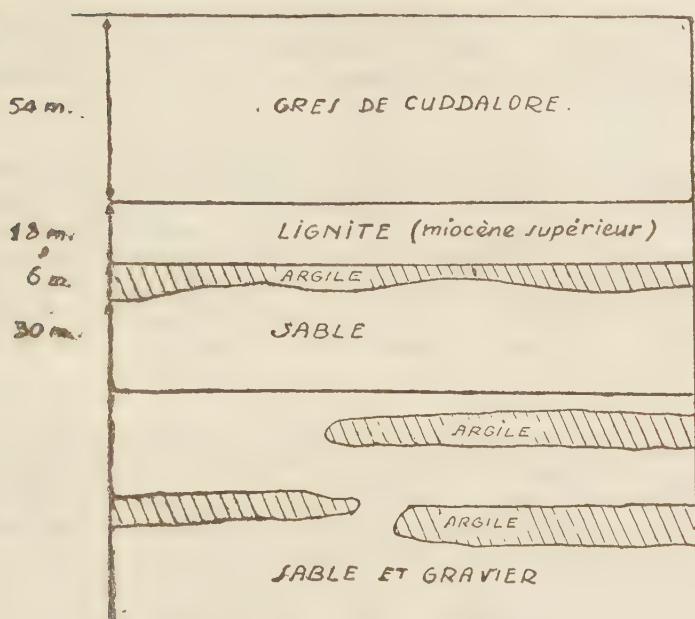
Au Sud de la Pâlâr, les débris sont d'origine gneissique, parce qu'ils ont été arrachés aux massifs montagneux qui se trouvaient à peu de distance du rivage : les Javâdi, les Kalrâyan, les Pachaimalai. On remarque même, à l'Ouest des Pachaimalai, que les galets des grès de Cuddalore ont été arrachés aux charnockites des Pachaimalai et aux granites de Tachchankurichchi (Blanford, 1862).

Les grès de Cuddalore étant dépourvus de fossiles, il serait intéressant de voir s'ils reposent sur des terrains datés. Ce sont les formations les plus occidentales qui reposent sur le gneiss : à Tiruvakarai, quelques collines basses de graviers reposent sur le gneiss : de même, la partie occidentale du plateau d'Âvadi. Presque partout, les grès de Cuddalore reposent sur des terrains sédimentaires : les argiles schisteuses de Sriperumbûdûr (jurassique) sont sous-jacentes au plateau d'Âvadi ; les marnes d'Ariyalûr (crétacées) sont sous-jacentes au plateau de Cuddalore-Vriddhachalam ; enfin les marnes d'Ariyalûr, mais aussi l'éocène marin, ont été reconnus sous-jacents au plateau de Pondichéry (1). On ne sait rien de l'oligocène. Mais le miocène est reconnu par les géologues.

En effet, le miocène affleure sur la côte SE de l'Inde, en face de Ceylan (transgression tortonienne, selon Furon). C'est encore le miocène que les géologues reconnaissent dans les sondages de Neiveli, qu'on a poussés jusqu'à la profondeur de 300 mètres : les lignites de Neiveli, qu'on rencontre à 54 mètres de profondeur, appartiendraient aux couches supérieures du miocène. Au dessus des lignites sont les grès de Cuddalore, dont les couches profondes peuvent ainsi être datées du miocène.

La surface des grès de Cuddalore est fréquemment couverte d'une carapace de latérite. Cette carapace peut être datée du pléistocène, car on y a trouvé des objets paléolithiques *in situ* à des profondeurs diverses. Ainsi les deux outils paléolithiques trouvés par Bruce Foote, au siècle dernier, sur le plateau de Vriddhachalam. Ainsi les outils plus nombreux trouvés sur le plateau d'Âvadi (Red Hills) et dans les terrasses pléistocènes de la Korttalaiyâr.

(1) Les fossiles éocènes semblent provenir de sondages profonds vers 150-180 mètres (Furon).



LES COUCHES DE NEIVELI
(Plateau de Cuddalore-Vriddhachalam)

Il est donc certain que les grès de Cuddalore s'encadrent entre le miocène et le pléistocène. On peut les considérer comme une formation mio-pliocène.

Cette datation des grès de Cuddalore permet de préciser, avec une certaine approximation, l'apparition de la période climatique au cours de laquelle l'Inde du Sud fut soumise à la latérisation. En effet les grès de Cuddalore sont, dans leur ensemble, des dépôts nettement latéritiques : leur aspect ferrugineux les distingue nettement des formations antérieures (crétacé, éocène), ainsi que des dépôts récents, qui sont des sables blancs. Cette latérite ne s'est pas formée sur place, mais a été amenée par les torrents. Ce qui le prouve, c'est que les strates des grès de Cuddalore présentent entre elles des différences nettes : les unes sont latéritiques avec une coloration ferrugineuse très marquée ; d'autres ont une coloration ferrugineuse moins marquée ; d'autres ne sont point latéritiques du tout. Ce fait, depuis longtemps reconnu par les géologues, indique une succession de dépôts, latéritiques ou non, correspondant à des phases du climat. Seule est autochtone la latérite de la carapace superficielle, dont la formation a été favorisée

par le climat pluvieux et l'existence d'une couche de terrain imperméable à faible profondeur (argiles schisteuses de Sriperumbàdùr sous le plateau d'Âvadi, lits argileux intercalés dans les grès du plateau de Vriddhachalam).

Nous pouvons ainsi imaginer comment les grès de Cuddalore se sont formés. Les miocène et le pliocène sont une époque climatique favorable à la latérisation des Ghât et des plateaux intérieurs : les latérites formées à cette époque sont en grande partie transportées par les torrents ; et ce qui en subsiste sur les hauteurs des Ghât, latérites autochtones, constitue ce que les géologues ont appelé les latérites de haut niveau. Les latérites détritiques, charriées par les torrents, ont constitué ces cônes de déjections.

Depuis Bruce Foote, les grès de Cuddalore étaient considérés, de même que les couches de Warkallay (Kerala), comme de dépôts de la " Mer Latéritique ". En niant l'existence de la " Mer Latéritique ", en affirmant l'émersion du Coromandel dès le pliocène (1), nous concevons que les grès de Cuddalore se sont déposés à la surface du continent (2). Ce sont de vastes cônes de déjections, dont les parties profondes (miocènes) ont pu se déposer dans la mer, à proximité des rivages, mais dont les parties supérieures (pliocènes) se sont certainement déposées sur le continent. Bruce Foote avait remarqué, et tout voyageur peut le constater facilement, que la texture des dépôts varie de l'Ouest à l'Est. Ainsi, au pied des collines de Satyavedu et d'Alikkuli (jurassiques), les dépôts pliocènes sont formés des éléments les plus grossiers : des cailloux roulés, qui ont la grosseur d'une tête humaine et qu'on aperçoit partout dans la campagne (galets épars, matériaux de construction des villages et des clôtures). A mesure qu'on va vers l'Est, la texture des dépôts devient plus fine : sur le plateau d'Âvadi, les galets de quartzite sont plus petits et peu nombreux ; on observe là une latérite typique, conglomérats de graviers et de petits galets à ciment ferrugineux, présentant des cavités tubulaires et vésiculaires pleines d'argile sableuse de couleur pâle, qui, exposés à l'air, durcissent et se couvrent d'un vernis. Tant qu'on a cru à l'existence d'une " Mer Latéritique ", recouvrant le pays au pliocène et au pléistocène, ces différences de texture s'expliquaient ainsi : les gros galets de l'Ouest correspondaient à la ligne de rivage ; et les dépôts s'amenuisaient vers l'Est, à mesure qu'on s'éloignait de la ligne de rivage. Mais cette " Mer Latéritique " n'a jamais existé ; par conséquent, il n'y a point de ligne de rivage. La différence de texture se comprend tout

(1) Cf. le chapitre sur les *Variations des Lignes du Rivages*,

(2) Raymond Furon applique aux grès de Cuddalore l'appellation de néogène continental (1911).

aussi bien dans le cas de cônes alluviaux : les éléments le plus grossiers se déposent en amont ; les plus fins, en aval (1).

Narayana Rao (1926) inclinait à voir dans les grès de Cuddalore des sédiments marins, parce que, disait-il, leurs étendues fragmentaires semblent les vestiges d'un dépôt continu, comme le serait un dépôt sédimentaire formé à proximité du rivage. Mais cet argument morphologique est trop simple. Il nous paraît conforme à la réalité de voir dans les grès de Cuddalore d'énormes cônes alluviaux juxtaposés, d'épaisseur très variable suivant la puissance du ruissellement qui les a charriés ; et ces différences originelles de leur épaisseur nous expliqueront pourquoi les plateaux rouges présentent aujourd'hui de notables différences d'altitude (2).

L'évolution morphologique des grès de Cuddalore. —

Le problème morphologique soulevé dès l'abord par cette formation est celui de l'altitude : on remarque fréquemment, à faible distance du littoral, ces plateaux latéritiques plus élevés que les plaines environnantes. Le plateau de Cuddalore-Vridhachalam (qui mesure 52 Km. sur 28) culmine à 91 mètres. Le plateau de Pondichéry (17 Km. sur 6) culmine à 55 mètres à proximité du lieu dit le Monument de l'Anglais (3). Le plateau d'Avadi (20 Km. sur 28) culmine à 25 mètres. Plus au Nord enfin les affleurements, plus étroits, atteignent 38 mètres au dessus du lac de Pulicat et 42 mètres sur le plateau de Nellore. Dans tous ces cas, les grès de Cuddalore constituent des hauteurs dominant plus ou moins les régions voisines. Ils s'élèvent nettement au dessus des alluvions littorales (qui ne dépassent pas quelques mètres au dessus du niveau de la mer). Mais ils s'élèvent aussi au dessus des surfaces situées à l'Ouest. Ainsi à l'Ouest du plateau de Cuddalore-Vridhachalam, la surface crétacée est au dessous de 75 mètres ; à l'Ouest des autres affleurements (Pondichéry, Avadi, Nellore), la surface s'abaisse, mais beaucoup plus faiblement.

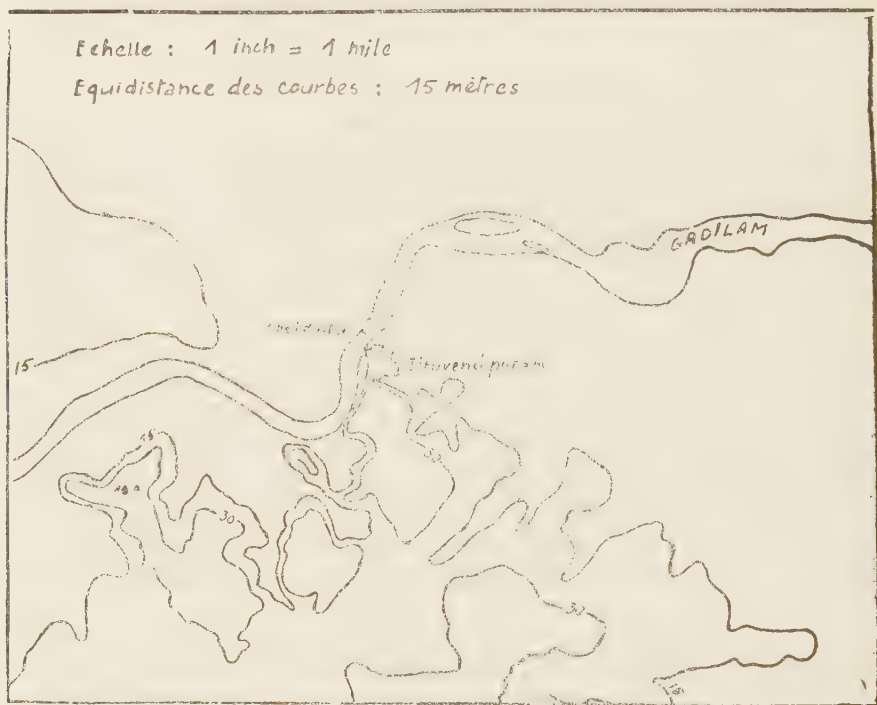
(1) Bruce Foote et King, étudiant les formations du Kerala, estimaient que les couches de Warkallay s'étaient indubitablement déposées dans l'eau. Ils les considéraient comme une formation miocène (donc plus ancienne que les couches supérieures des grès de Cuddalore, qui sont pliocènes). Cette théorie est plausible, puisque le miocène est une période de submersion.

En même temps, elle explique l'évolution du Kerala à partir du pliocène : le pays étant émergé et soumis à un climat extrêmement pluvieux, les couches de Warkallay sont disséquées par les torrents, qui creusent de profondes vallées. Les alluvions venant des Ghât sont entraînées par ces torrents ; il ne se produit pas de dépôts pliocènes contemporains de ceux du Coromandel.

(2) Les stratifications dont il est question dans les grès de Cuddalore sont des phénomènes très localisés, que l'on reconnaît facilement dans des ravines ou des tranchées (ainsi des couches de petits galets blancs alternant avec des couches de gravier rougeâtre) ; elles ne présentent point l'ampleur des strates que l'on observe dans les sédiments marins.

(3) Ce monument, bien connu des Pondichériens, est le tombeau d'un officier britannique tué en assiégeant Pondichéry pendant la guerre de l'Indépendance américaine.

Pour expliquer cette altitude des plateaux rouges, on a parlé d'un soulèvement des grès de Cuddalore : telle est la thèse de Kalyanasundaram (1944), suivi par O. H. K. Spate (*India and Pakistan*, 1954). Selon Kalyanasundaram, ce soulèvement aurait perturbé l'hydrographie du district de South Arcot : la Gadilam, rivière qui traverse les grès de Cuddalore (au Sud de Panruti et à l'Ouest de Cuddalore), aurait creusé dans cette région une vallée épigénique (1) ; d'autre part, ce soulèvement des plateaux rouges aurait déterminé la formation de cuvettes intérieures, que les cours d'eau auraient comblées de leurs alluvions (ce sont ces zones alluviales déprimées qui s'étendent à l'Ouest des plateaux de Cuddalore-Vridhâchalam et de Pondichéry).



Mais la thèse de Kalyanasundaram se heurte à de si fortes objections qu'elle doit être écartée absolument. Tout d'abord, on ne voit point comment les grès de Cuddalore, qui sont des dépôts superficiels, auraient pu se soulever d'un mouvement propre comme des horsts et provoquer ainsi des perturbations hydrographiques telles que l'apparition de cuvettes intérieures et la percée épigénique de la Gadilam. Un tel soulèvement des grès de Cuddalore ne saurait se concevoir

(1) Kalyanasundaram n'emploie pas le terme d'épigénie; mais le phénomène qu'il décrit correspond à ce qu'on appelle l'épigénie.

qu'associé à un soulèvement des assises de gneiss, qui sont situées à des centaines de mètres de profondeur sous les sédiments ; or absolument rien ne nous autorise à constater un tel phénomène.

D'autre part, la percée épigénique de la Gadilam n'existe pas. Si on examine le cours de cette rivière, qui mord sur la bordure septentrionale des grès de Cuddalore, on constate qu'elle longe sur sa rive droite, à Tiruchendipuram, le plateau de Cuddalore-Vridhâchalam : à cet endroit la rive droite est escarpée. Mais ce n'est là que l'escarpement déterminé normalement par un cours d'eau, lorsqu'un méandre sape la base d'une colline ; et rien d'autre. Sur la rive gauche, aucun escarpement : la surface des grès de Cuddalore s'élève doucement et se raccorde à la surface de la plaine alluviale.

Lorsqu'on lit la littérature géologique du XIX^{ème} siècle, on comprend comment cette étrange théorie du soulèvement des grès de Cuddalore a pu naître. Mgr. Léveillé (1889), étudiant la géologie de l'Inde Française, parle effectivement d'un soulèvement des grès de Cuddalore ; et il en donne pour preuve la présence de quelques coquillages d'estuaire près de Porto-Novo et de Cuddalore, à quelques mètres au dessus du niveau actuel de la mer. Mais le phénomène dont il parle n'atteste pas autre chose qu'une variation du niveau marin (d'origine eustatique ou isostatique) et n'implique nullement un soulèvement particulier des grès de Cuddalore.

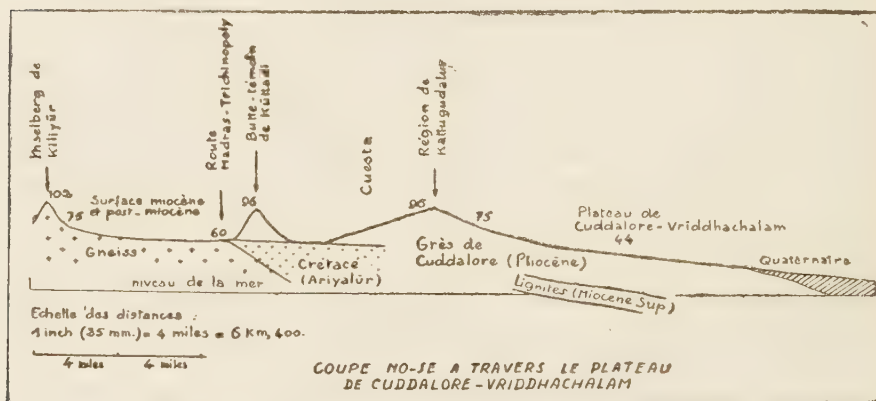
Pour expliquer la morphologie des grès de Cuddalore, il faut partir du moment où la mer miocène s'est retirée. A partir de l'époque pliocène, les nappes torrentielles et l'écoulement en filets anastomosés accomplissent un double travail : ils nivellent des pédiments sur les parties gneissiques les plus hautes et accumulent les cônes alluviaux dans les aires déprimées, préparant ainsi la surface du futur glacis d'érosion. Les plateaux rouges se constituent donc au pliocène par ces cônes alluviaux qui se juxtaposent, mais dont la continuité peut très bien présenter des lacunes. Ainsi nous admettons qu'une lacune existait entre les dépôts latéritiques du golfe de Sriperumbâdûr et ceux du plateau de Pondichéry : cette lacune correspond à une zone de collines gneissiques (Chingleput, Tirukalikunram), qui a évolué en donnant un pédiment, le saillant gneissique de la basse Pâlâr.

Ces plateaux rouges s'étant formés au dessus du niveau de base marin, ils sont exposés à l'érosion dès que le climat change : des phases de climat pluvieux, peut-être dès le pliocène, mais certainement au pléistocène, permettent une érosion normale, qui entraîne le creusement de vallées et la dissection des plateaux rouges (1) (si on ne supposait

(1) Un phénomène analogue se produit dans le Kerala. Mais la continuité du climat pluvieux y entraîne une dissection beaucoup plus nette des couches de Warkallay et la formation de ces terrasses de Warkallay, dont les surfaces planes tranchées par les versants des vallées, sont un trait frappant du paysage.

pas de telles phases climatiques, le pays resterait soumis à l'action du ruissellement anastomosé et la dissection des plateaux ne se produirait point). C'est un fait couramment constaté que les grès de Cuddalore, roche généralement tendre, sont très facilement ravinés par les eaux de ruissellement. Dans ces conditions, les cours d'eau conséquents déblaient rapidement les bandes de grès où ils se fraient un passage; ils dissèquent la zone plus ou moins continue des plateaux rouges et isolent les plateaux distincts que nous connaissons aujourd'hui.

En même temps, un drainage subséquent s'exerce à l'Ouest de ces plateaux et crée, par un déblaiement analogue, les cuvettes intérieures. Nous avons la preuve, par des buttes-témoins, que la couverture des grès de Cuddalore s'étendait plus à l'Ouest qu'aujourd'hui. Ainsi à l'Ouest du plateau de Cuddalore-Vriddhachalam, les buttes de Kuttâdi (proches d'Ulundûr) sont des collines de grès de Cuddalore, atteignant les altitudes de 96 et 82 mètres; elles s'élèvent au dessus de la surface horizontale des marnes d'Ariyalûr (crétacé). Elles sont les témoins d'une extension occidentale du plateau de Cuddalore-Vriddhachalam que l'érosion subséquente a déblayée, mettant à nu les marnes d'Ariyalûr sous-jacentes. On peut donc considérer comme démontré que les grès de Cuddalore recouvraient primitivement les marnes et débordaient sur les gneiss plus à l'Ouest (c'est-à-dire à l'Ouest de l'actuelle route Madras-Trichinopoly).



Cette érosion subséquente a fait reculer la bordure occidentale du plateau suivant le schéma classique des cuestas qui reculent en laissant subsister des buttes-témoins. Ce serait donc avec raison, d'un point de vue purement théorique, que plusieurs géographes ont parlé de cuestas limitant les grès de Cuddalore vers l'Ouest. Mais ce terme de cuestas ne doit pas nous abuser. Il évoque aux yeux des morphologues certains escarpements marqués de Souabe ou du Bassin Parisien, un relief monoclinale de roches dures dominant une dépression. Dans le district de South Arcot, rien de tel: les grès de Cuddalore sont une roche

généralement trop tendre pour dessiner une véritable cuesta ; et c'est par une pente peu marquée que l'on passe de la dépression des marnes d'Ariyalûr aux hauteurs du plateau de Cuddalore-Vriddhâchalam.

Si nous considérons le plateau rouge de Pondichéry en partant du Monument de l'Anglais, nous constatons que la pente descend rapidement au Sud-Ouest vers le Grand Etang d'Oussoudou (qui appartient à la dépression alluviale consécutive). Vers l'Ouest et le Nord-Ouest, la pente descend beaucoup plus faiblement ; mais nous retrouvons là encore les traces d'un déblaiement subséquent. En effet, si nous suivons, en nous éloignant de Pondichéry vers le Nord-Ouest, l'une des deux routes qui conduisent, l'une à Mailam, l'autre à Tindivanam, nous traversons d'abord une bande de marnes d'Ariyalûr : c'est l'aire crétacée de Vanûr (qui mesure 19 Km. sur 6). Puis nous rencontrons un second plateau rouge, au même niveau que le crétacé : c'est ce qu'on appelle le plateau de Tiruvakkarai. Donc on ne trouve ici aucune butte-témoin à l'Ouest, mais un important plateau de grès de Cuddalore, qui semble recouvrir des terrains crétacés et qui déborde à l'Ouest sur les gneiss. Comme les buttes-témoins dans le cas précédent, le plateau rouge de Tiruvakkarai témoigne de l'extension primitive du plateau de Pondichéry : il en est un fragment que l'érosion subséquente a isolé en découvrant le crétacé.

Considérons enfin le plateau d'Âvadi, surface assez uniforme de 30 mètres d'altitude, étalée entre la Korttalaïyâr au Nord et la Cooum au Sud. La région la plus haute du plateau est celle du lac artificiel des Red Hills. De là, les pentes s'abaissent de tous côtés. Vers l'Ouest et le Nord, les terrains pliocènes descendent doucement ; leur surface se raccorde insensiblement à celle de la plaine alluviale. Plus à l'Ouest (au Nord de Tiruvallûr), des zones de terrains pliocènes s'étalent au pied des collines jurassiques d'Allikkuli et de Satyavedu. Il semble bien que, comme dans le cas précédent (plateaux de Pondichéry et de Tiruvakkarai), ces zones pliocènes se raccordaient primitivement au plateau d'Âvadi, dont l'érosion subséquente les a séparées (il est d'ailleurs possible que cette continuité subsiste sous la couverture des alluvions récentes). Un témoin de la continuité primitive subsiste : au Nord-Ouest du plateau d'Âvadi, la butte-témoin de Manjankâranai se dresse, abrupte, au Nord de la Korttalaïyâr, à 33 mètres au dessus du niveau de la mer et dominant la plaine alluviale de 18 mètres.

Ces trois exemples — Cuddalore-Vriddhâchalam, Pondichéry et Âvadi — indiquent suffisamment, selon nous, que les plateaux rouges s'étendaient primitivement à l'Ouest, où ils ont laissé des témoins évidents ; ils indiquent que l'érosion subséquente a déblayé ces parties occidentales des plateaux et créé des dépressions intérieures. Ainsi s'explique, sans recourir à l'étrange théorie d'un soulèvement des grès de Cuddalore, le fait que les plateaux rouges pliocènes proches du littoral apparaissent, de quelque côté qu'on les aborde, comme des régions relativement élevées.

Si on considère la faible résistance des grès de Cuddalore à l'érosion, la facilité avec laquelle ils se ravinent, s'ils ne sont point protégés par une carapace latéritique, si on se rappelle la formidable puissance d'affouillement des eaux torrentielles, telle qu'elle s'est manifestée dans l'amphithéâtre des grottes d'Allikkuli, on admettra que des périodes pluvieuses relativement courtes ont pu permettre la dissection des grès de Cuddalore.

Le Coromandel a donc connu depuis le pliocène, des phases de climat très pluvieux. Interrompant la formation des pédiments, ces phases n'ont fait qu'amorcer une évolution semblable à celle du Kerala. Elles ont permis le déblaiement d'une partie des grès de Cuddalore; puis le retour du climat semi-aride a interrompu le processus. Dans le Kerala, le climat pluvieux a persisté, entraînant le creusement de vallées dans les couches de Warkallay et la formation des terrasses de Warkallay. Dans le Coromandel, le retour du climat semi-aride a permis la reprise du processus de nivellement, substituant aux ébauches de vallées les dépressions subséquentes et conséquentes.

Les phases pluvieuses du Coromandel expliquent pourquoi la surface d'érosion post-miocène n'est pas un glacis uniformément incliné des Ghât à la mer. L'ébauche des vallées, en dépit d'un nivellement postérieur, a altéré son uniformité (1).

Est-il possible de dater ces phases pluvieuses du Coromandel? Constatons que les dépressions subséquentes et conséquentes, dont elles ont entraîné la formation, ont été ensuite en majeure partie remblayées par des alluvions récentes. Entre l'ébauche des vallées par le ruissellement normal et le remblaiement des dépressions, il a dû s'écouler un temps suffisant pour que les ébauches de vallées soient nivelées et remplacées par les bassins intérieurs. Pour cette raison, l'ébauche des vallées ne pourrait pas se situer plus tard que le début du pléistocène.

Les bassins alluviaux intérieurs. —

Le déblaiement des dépressions subséquentes et conséquentes détermine l'allure de l'hydrographie dans la période récente. Les cours d'eau, qui descendent sur le glacis post-miocène, évitent les plateaux rouges littoraux et drainent les dépressions. Ils déposent ainsi leurs alluvions dans les bassins que délimitent les plateaux rouges. Dans le district de Nellore, la Kelluru étale ses alluvions dans le bassin de Gudûr; la Swarnamukhi, dans le bassin de Nâyudupet. Dans le district de Chingleput, deux bassins intérieurs sont remblayés : les bassins

(1) Ces phases pluvieuses furent beaucoup trop courtes pour entamer profondément la surface dure des gneiss et permettre la formation de pédiments superposés.

de Tiruvallûr et de Conjeevaram (Kâñchîpuram). Dans le South Arcot, les deux bassins de Villupuram et de Vriddhâchalam. Tous ces bassins ont un trait commun : ils ne sont pas largement ouverts du côté de la mer ; ils ne communiquent avec la zone alluviale littorale que par des passages plus ou moins rétrécis par les hauteurs des plateaux pliocènes. Cette forme, nous l'avons vu, est le résultat de l'érosion subséquente.

Dans quelles conditions se produit le remblaiement ? Ce sont des dépôts d'alluvions plus récentes que les grès de Cuddalore (qui sont fréquemment sous-jacents). Ces dépôts n'ont plus, en général, le caractère ferrugineux des grès de Cuddalore ; ce sont plutôt des sables blancs ou des graviers non ferrugineux souvent mêlés d'argile.

Pour expliquer le dépôt de ces alluvions, il faut écarter absolument l'idée d'un relèvement du niveau de base. Certes il y a eu des variations du niveau marin pendant cette période, mais leur amplitude a toujours été trop faible pour affecter les bassins subséquents, dont l'altitude se relève progressivement vers l'Ouest jusqu'à 60 ou 80 mètres. On peut écarter aussi l'hypothèse de Kalyanasundaram : des conditions lacustres causées par le relèvement des grès de Cuddalore, qui aurait créé un obstacle temporaire au drainage. Outre les impossibilités que nous avons déjà opposées à cette théorie du relèvement des grès de Cuddalore, remarquons que les bassins alluviaux intérieurs sont, en réalité, des glacis en pente douce se relevant vers l'Ouest : leur déclivité est incompatible avec une origine lacustre.

Le dépôt des alluvions s'explique par le climat semi-aride de cette période. Ce sont les cours d'eau conséquents, descendus des Ghât orientaux et des chaînes du Cuddapah, qui amènent la grande masse des alluvions. Ils ne creusent pas de vallées. Ils divaguent ou s'étalent en nappes torrentielles sur les glacis où ils déposent leurs alluvions. Un fait topographique favorise cette accumulation : c'est le rétrécissement des bassins à l'Est, rétrécissement qui gêne l'évacuation des eaux vers la mer, ralentit leur écoulement et, par conséquent, les contraint à déposer leurs matériaux.

Ainsi le système de l'écoulement étalé et divagant depuis longtemps établi sur le Sud de l'Inde, poursuit simultanément le nivellement des glacis et le remblaiement des parties déprimées. Une surface uniforme s'établit : aucune dénivellation entre les plaines alluviales et les glacis voisins, à tel point qu'un voyageur non averti ne remarque jamais le passage d'une plaine alluviale à une surface crétacée, jurassique ou gneissique.

La morphologie des grès de Cuddalore. Le ravin de Bommayapâlayam. —

Les plateaux rouges sont caractérisés, dans leur ensemble, par la quasi-horizontalité, la monotonie de leurs surfaces, due au fait que ce sont de vastes dépôts alluviaux. Les pentes par lesquelles on les aborde sont le plus souvent faibles. Leur appliquer le nom de collines, comme on l'a fait quelquefois (le Mount Capper de Cuddalore, les Red Hills de Madras), ne peut être possible qu'en se référant à des aspects très limités.

Ces aspects de collines sont observables dans les cas où un cours d'eau conséquent sape le bord du plateau. C'est le cas des escarpements de Tiruchendipuram, avec 30 mètres de dénivellation : ils s'expliquent par l'érosion de la Gadilam. Le plateau de Pondichéry présente aussi une dénivellation marquée au Sud, visible du Grand Etang d'Oussoudou : ceci est dû à l'action de la rivière de Jinjî (ou Vârâhanadi), qui fut probablement autrefois un cours d'eau beaucoup plus important qu'aujourd'hui.

La même raideur de pentes s'observe du côté de la mer, ainsi au NO de Madras (près du lac des Red Hills), au Sud de Cuddalore et dans la région de Kâlapet (au Nord de Pondichéry), parce que les plateaux rouges formèrent là, il y a quelque milliers d'années, des falaises vives.

Quant aux reliefs résiduels, aux buttes témoins détachées des grands plateaux, leur aspect dépend essentiellement de la cohésion du grès qui les constitue. Les buttes de Kuttâdi (région d'Ulundûr) sont assez aplaties ; modelées dans un matériau assez meuble, elles ont la même mollesse de formes que les « cuestas » voisines dont elles sont détachées. Au contraire, la colline de Manjankâranai (au Nord de la Korttalaiyâr) est très abrupte : c'est un véritable inselberg.

Les grès de Cuddalore, en raison de leur altitude, ont une aptitude au ravinement et à l'escarpement, qui rappelle celle d'autres roches conglomératiques : le jurassique d'Allikkuli et de Satyavedu. Que le ravinement soit ici moins intense, c'est compréhensible : les plateaux pliocènes sont moins élevés que les collines jurassiques. Le ravinement devient un trait frappant du paysage dans les parties élevées et marginales des plateaux rouges, particulièrement exposées à l'action de l'érosion régressive. Ainsi sur le plateau de Pondichéry, dans la région du Monument de l'Anglais ou sur la route de Pondichéry au Grand Etang d'Oussoudou : on y observe des tranchées de plus de deux mètres de profondeur, larges de deux à plusieurs mètres. Mais aucun de ces phénomènes n'égale en ampleur cette curiosité géographique qu'est le ravin de Bommayapâlayam.

Ce ravin est facilement accessible par la route de Pondichéry à Merkânâm. Il se situe exactement, en partant de Pondichéry, au 5ème mile, où il s'ouvre dans la falaise morte à proximité du hameau de

Bommayapâlaiyam (1). Il s'enfonce dans le plateau pliocène sur une longueur d'un kilomètre et demi. C'est un véritable canyon, sinueux, aux murailles rougeâtres de 6 à 8 mètres, au fond plat et sableux, large de 25 à 50 mètres. Il est taillé dans un grès dur, formé de sables et graviers cimentés avec des lits fréquents de petits cailloux polis, rappelant les formations visibles sur la partie haute du plateau près du Monument de l'Anglais.

Quelle est l'origine du canyon de Bommayapâlaiyam? Son orientation EO peut faire supposer qu'une faille des couches sous-jacentes a ouvert initialement une fissure à la surface du plateau. Mais le creusement est évidemment dû à l'action d'un torrent au cours d'une phase pluvieuse du pléistocène : le fond de la gorge se présente comme un « bout du monde », avec la rainure verticale tracée dans la muraille par une cascade de plusieurs mètres et un trou creusé dans le sol au pied de la cascade. Les deux parois du ravin sont entaillées de crevasses creusées par l'eau. L'une de celles-ci, sur la paroi nord, présente l'aspect classique de ce que les alpinistes appellent une « cheminée » : elle est formée par quatre étages superposés de marmites de géants, dont l'évidement a déterminé dans la paroi de petites grottes.

A la fin de la phase pluvieuse, l'œuvre du torrent devait avoir l'aspect d'une gorge en V, qui s'est ensuite transformée en un ravin à fond plat sous l'action de l'érosion latérale. Il faut écarter l'idée d'une action de la mer. Certes il est vraisemblable qu'à la veille des temps historiques, la mer avait transformé le ravin en une calanque ; mais l'action des vagues ne pouvait pas s'exercer au delà de la première sinuosité. D'ailleurs nous pouvons encore observer l'élargissement du ravin par sapement à la base des falaises ; on voit parfois tout un pan de falaise effondré. Il ne passe plus aujourd'hui qu'un filet d'eau intermittent, après les grandes pluies. Mais nous pouvons imaginer, comme dans l'amphithéâtre des grottes d'Allikkuli, la violence des eaux qui se précipitaient dans la cascade terminale et dans les crevasses latérales. Le torrent primitif n'existe plus, non seulement en raison du changement de climat, mais aussi par suite des captures des cours d'eau subséquents, qui ont transformé le drainage du plateau de Pondichéry.

Le ravin de Bommayapâlaiyam présente des analogies avec l'amphithéâtre des grottes d'Allikkuli : même dureté et structure analogue des roches, mêmes modalités de creusement, états semblables de conservation. Il ne fait point de doute, à nos yeux, que ces phénomènes morphologiques sont contemporains. Ils n'ont pu se produire que pendant les phases pluvieuses du pléistocène. Il en est de même de la dissection des plateaux rouges : celle-ci n'a pu s'effectuer qu'assez tardivement, puisque la perturbation hydrographique qu'elle a entraînée a interrompu le travail du torrent de Bommayapâlaiyam.

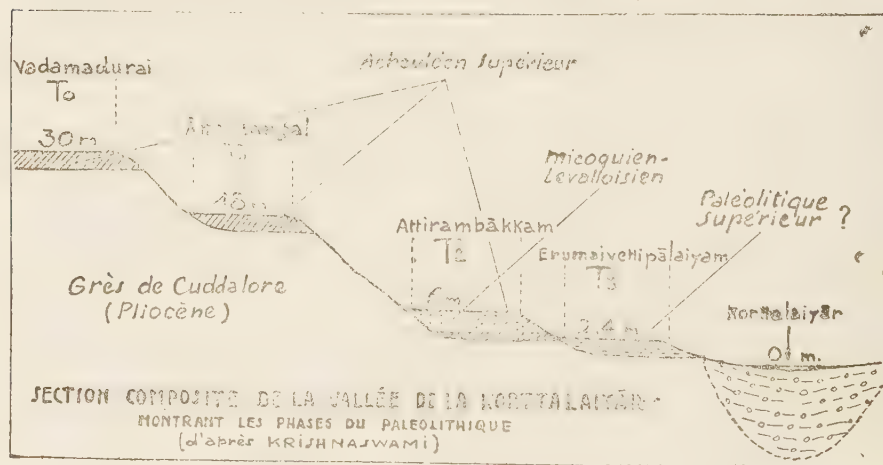
(1) Ce ravin, peu connu des Pondichériens, a été signalé par Gabriel Jouveau Dubreuil, dans un Guide Touristique de Pondichéry, resté inédit,

Il serait peut-être possible de préciser encore cette chronologie en faisant appel aux données que fournissent les terrasses pléistocènes de la Korttalaïyâr.

Les terrasses pléistocènes de la Korttalaïyâr. —

Ces terrasses, étudiées par V. D. Krishnaswami (1938), se développent au Nord du plateau d'Âvadi, dans les bassins de la Korttalaïyâr et de l'Arani. Le nom de la Korttalaïyâr n'est ici qu'un terme de référence commode, car nous connaissons les vicissitudes du réseau hydrographique dans cette région. Nous savons que les eaux de la Pâlâr, jusqu'à l'époque historique, s'écoulèrent vers le Nord; nous savons que les lits actuels de l'Arani et de la Korttalaïyâr furent empruntés par les eaux de ce fleuve (1). Les terrasses en question sont donc, en réalité, l'œuvre soit de la Pâlâr, soit des sheet-floods qui en tenaient lieu.

Dans un pays plat, plus ou moins couvert d'alluvions, découpé en plans de rizières, il n'est pas aisé de reconnaître des terrasses fluviales. On ne peut avoir la certitude d'une telle découverte qu'en faisant des fouilles, qui révèlent indiscutablement la présence d'alluvions pléistocènes et, autant que possible, d'objets paléolithiques. Nous devons à V. D. Krishnaswami (1938) l'étude des terrasses dites de la Korttalaïyâr. Mais leur reconnaissance est certainement incomplète. Krishnaswami a reconnu quatre niveaux de terrasses, qui sont rarement emboîtées, mais qui se présentent comme des fragments dispersés d'anciennes surfaces aujourd'hui détruites (la section composite de la vallée ne correspond pas à la réalité, mais fournit une vue synoptique). Ces surfaces sont, par ordre chronologique, les suivantes (leurs niveaux sont indiqués par référence au niveau de la Vieille Pâlâr) :



(1) La question de la diversion des eaux de la Pâlâr est traitée dans le chapitre consacré au Réseau Hydrographique.

Surface To : 30 mètres.

La plus ancienne des surfaces est une plaine de dépôts latéritiques. Elle a été étudiée près du village de Vadamadurai (entre l'Arani et la Korttalaiyâr). La profondeur totale des dépôts n'est pas connue. Mais les fouilles, menées jusqu'à la profondeur de 3 mètres, ont donné des objets datés de l'acheuléen supérieur.

Surface T1 : 18 mètres.

Cette surface plus récente peut être observée près d'Attantangal, au dessus de l'étang de Cholavaram (visible sur la gauche, quand on prend la route Madras-Nellore).

Surface T2 : 6 mètres.

Elle est bien développée du village d'Attirambâkkam, au Nord du Pûndi Reservoir (accessible par la route de Tiruvallûr à Satyavedu, près du point où cette route franchit la Korttalaiyâr). La surface T2 est ici proche de la surface To (qui s'étend plus au Nord, à Kunjaram) ; elle en est séparée par une falaise escarpée, témoin de l'érosion vigoureuse qui s'est exercée entre les deux phases d'alluvionnement. On retrouve un petit fragment de la surface T2 à Attantangal, emboîté dans la surface T1.

Surface T3 : 2 mètres, 40.

C'est le niveau le plus bas et le plus récent, observé seulement à Erumaivettipâlaiyam (sur la rive droite de la Korttalaiyâr, au NO de l'étang de Cholavaram) ; mais la surface se développe en dehors de l'aire considérée.

Ces quatre surfaces ont le grand intérêt d'être datables grâce aux objets paléolithiques trouvés dans les alluvions. Les terrasses T0, T1 et T2 (profonde) sont caractérisées par le chelléo-acheuléen ; T2 (supérieure), par le levalloisien-micoquien ; T3, qui n'a point livré d'objets paléolithiques, correspondrait, par hypothèse, au paléolithique supérieur.

Si nous cherchons par quel processus les terrasses se sont formées, nous nous apercevons qu'il faut écarter l'explication classique de la formation de terrasses par les variations du niveau marin. En effet, la surface T3 (à Erumaivettipâlaiyam), qui est la plus basse, se trouve à 2 mètres, 40 au dessus du talweg actuel de la Korttalaiyâr. Or ce talweg se situe vers 10-12 mètres d'altitude (1). On peut en conclure que la terrasse T3 est entre 12 et 15 mètres au dessus du niveau de la mer. Le niveau marin, au pléistocène supérieur, ne semble pas s'être élevé jusque là : nous n'en avons aucune trace. De même, en ce qui con-

(1) La surface de la plaine alluviale, au village de Manjankâranai (rive gauche de la Korttalaiyâr), est à 15 mètres au dessus du niveau de la mer. La terrasse d'Erumaivettipâlaiyam est située sur la rive droite à un niveau peu différent.

cerne les surfaces plus anciennes, T0, T1 et T2 : si le niveau marin s'était élevé aux altitudes correspondantes, on retrouverait des surfaces d'abrasion plus ou moins développées dans les grès de Cuddalore : car les surfaces alluviales s'étant partiellement conservées sous la forme de terrasses, les surfaces d'abrasion auraient dû se conserver aussi.

C'est sur ce point que le travail de V. D. Krishnaswami demande à être rectifié. Les dépôts alluviaux des terrasses, comme ceux des bassins intérieurs sont dus à l'apport des rill-washes : l'ancienne Pâlâr, beaucoup plus puissante que la Korttalaiyâr d'aujourd'hui, s'étalait en filets anastomosés pendant les phases de climat sub-aride ; elle développait les pédiments dont les terrasses actuelles sont les vestiges ; et elle les couvrait des débris charriés. Dans les phases de climat pluvieux, l'ancienne Pâlâr rassemblait ses eaux dans un talweg (qui n'est pas nécessairement le talweg de l'actuelle Korttalaiyâr) ; et, par érosion régressive, elle procédait à la dissection du pédiment précédent. Nous sommes donc en présence de terrasses climatiques, dues à l'alternance de phases sub-arides et de phases pluvieuses.

Lorsque Krishnaswami estime, d'après l'examen des alluvions, que les terrasses T0 et T2 correspondent à des périodes pluvieuses, tandis que les terrasses T1 et T3 semblent correspondre à des périodes plus sèches, il se réfère à la théorie classique suivant laquelle la formation des terrasses est provoquée par les variations du niveau marin. En réalité, les terrasses T1, T2 et T3 correspondent à des phases sub-arides ; et les phases pluvieuses se situent dans leurs intervalles. C'est vraisemblablement au cours de ces phases pluvieuses que se sont produits les grands phénomènes d'érosion constatés au pléistocène : la dissection des plateaux pliocènes, le ravin de Bonmayapâlaiyam, les grottes d'Allikkuli.

Cette révision du travail de Krishnaswami entraîne d'autres conséquences. Dans sa définition des différents niveaux de terrasses, Krishnaswami se réfère à un niveau-origine : le niveau de l'ancienne Pâlâr, qu'il assimile à l'actuelle Korttalaiyâr. Tout son système repose sur l'hypothèse que chaque étage de terrasses se situe à un niveau uniforme, correspondant au niveau marin à l'époque de l'alluvionnement. En rejetant l'explication classique, nous voyons que les alluvions ont été déposées par un ruissellement divagant sur des glacis d'altitude variable. Par conséquent, les alluvions de la surface T0 peuvent se trouver à des altitudes différentes (de même, pour chacune des surfaces considérées) ; et le moyen d'identifier entre eux les fragments d'une même surface, ce n'est pas de les situer à une même altitude, mais de retrouver en chacun d'eux des objets paléolithiques de même époque.

Les bois silicifiés. Suttukeni. —

Une des curiosités géologiques de la région, ce sont les bois silicifiés depuis longtemps signalés dans les grès de Cuddalore. On a découvert des troncs d'arbres silicifiés dans la région de Vriddhachalam

et quelques fragments sur le plateau d'Avadi (Blanford). Mais rien n'égale en ampleur la forêt pétrifiée de Suttukeni, à une vingtaine de kilomètres de Pondichéry (1). Le ravinement des grès pliocènes a mis à jour ces arbres fossiles, enfouis à 1 ou 2 mètres de profondeur, qui présentent exactement la coloration ferrugineuse du terrain où on les trouve. Mais les vestiges mutilés, les débris, que l'on peut voir aujourd'hui, ne peuvent pas donner une idée adéquate de ce qu'était cette forêt. Il y a plus d'un siècle, le Capitaine Newbold signalait un tronc de 100 pieds de long, des troncs de 7 à 9 mètres de circonférence. Vers 1930, on voyait encore de très nombreux troncs tous alignés dans le même sens NE-SO, sur plusieurs kilomètres. Exploités comme matériaux de construction par les gens de la région, la plupart ont disparu.

Mgr. Lèveillé commet une confusion, lorsqu'il attribue la formation de ces bois fossiles à l'action de sources pétrifiantes, de geysers, en raison de la présence de roches éruptives dans le voisinage immédiat (dykes doléritiques de Semangalam à Perumbakkam; niveau de tufs (?) très durs, avec quartz à une profondeur de 45 m. dans le puits de Kanya-koil). Nous allons voir que ces arbres se sont pétrifiés comme se pétrifient tous les fossiles; car on les rencontre dans toutes les formations du Coromandel, où il n'y a point trace de volcanisme. Ils ont été signalés dans l'aire de Srîperumbûdûr: le tronc d'arbre de Vallum (30 cm. de diamètre sur 1 m. de long), parfaitement conservé, découvert dans une ravine au Sud du Tank de Vallum, nettement engagé dans une couche de gravier, que couvre une couche d'argile schisteuse graveleuse (2). Dans la région d'Allikkuli: dans un puits creusé peu à l'Ouest de Râmancheri, de nombreux petits copeaux de bois exogène silicifié (?) et parfois de petits fragments de troncs et de grosses branches, montrant très distinctement les anneaux de croissance; ces bois fossiles sont disposés en couches dans un grès graveleux, gris, compact, qui contient de nombreux galets de quartzites (3). Dans le crétacé de Trichinopoly: formation de grès et graviers grossiers, avec d'abondants galets de granites et de gneiss, où l'on trouve de gros morceaux de bois et parfois des troncs entiers (4). Tous ces gisements de bois silicifiés depuis le jurassique jusqu'au pliocène ont un caractère commun: on les trouve dans les formations littorales ou les cônes de déjections parmi les graviers et les galets; et ce sont des bois exogènes, car on ne trouve jamais de souches en place, mais toujours des troncs libres.

(1) Les bois silicifiés de Vriddhachâlam sont signalés par le capitaine Newbold (1845). Ceux de Suttukeni - ou Tiruvakkarai - ont été décrits pour la première fois par le capitaine John Warren dès 1910 (Asiatic Researches, XI, 1) Cf. South Arcot Manual, 1878.

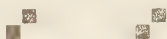
(2) Bruce Foote, 1871.

(3) Bruce Foote, 1871.

(4) Wadia (D. N.), Geology of India, London, 1953.

Nous pouvons ainsi comprendre la présence des troncs silicifiés dans les grès de Cuddalore. La forêt de pierre de Suttukeni évoque quelque cataclysme climatique, arrachant des pans de forêts assez proches; un torrent puissant qui a transporté ces arbres; un enfouissement assez rapide sous les graviers, car la substitution moléculaire du minéral à la matière organique ne se réalise qu'à l'abri de l'air.

Quant à l'espèce à laquelle appartenaient ces végétaux, qu'il s'agisse de *Tamarindus indica* (Léveillé) ou de conifères (Loubière), ceci se rattache à la question des paléo-climats.



V I I

LA FORMATION DU LITTORAL DEPUIS LE NEOLITHIQUE

La direction générale du rivage, dans le Coromandel, est évidemment en rapport avec la direction structurale NE-SO, qui est la direction des plans de cassure des gneiss et des soulèvements montagneux. Cependant sa régularisation résulte d'une longue évolution.

Les falaises mortes de Bommayapâlaiyam-Kâlapet. —

Après l'émersion du pliocène, le rivage marin est remonté graduellement jusqu'à un niveau proche du niveau actuel (1). Le rivage pléistocène est donc un rivage de submersion. La mer bat le pied des plateaux rouges et forme des falaises vives tout à fait semblables à celles que nous pouvons voir encore dans le Kerala, à Cannanore, par exemple, où la mer bat la base des couches de Warkallay. Il subsiste un vestige frappant de ces falaises du Coromandel: ce sont, au Nord de Pondichéry, les falaises mortes de Kâlapet et de Bommayapâlaiyam (qu'on aperçoit bien en suivant la route de Pondichéry à Merkânâ). Le plateau rouge de Pondichéry se termine à l'Est par un escarpement très disséqué, de 6 à 8 mètres de haut, qui se trouve maintenant à 1 Km. ou $\frac{1}{2}$ Km. du rivage, mais qui était battu par la mer, lorsque le niveau de celle-ci était à 2 mètres au dessus du niveau actuel. Cet escarpement, qui suit la direction du rivage, n'a point d'analogue sur les autres bords du plateau, même du côté du Grand Etang d'Oussoudou, où le plateau présente sa plus forte dénivellation; c'est pourquoi nous pensons que

(1) Cf. le chapitre sur les *Variations des Lignes de Rivage*, où nous montrons que le pliocène a été l'époque d'une grande émersion, suivie d'une submersion d'ampleur beaucoup moindre.

nous sommes ici en présence d'une falaise créée par le sapement des vagues et conservée grâce à une cohésion particulière des conglomérats. La ravine de Bommayapâlaiyam, qui s'insinue dans le plateau sur une longueur de 1 Km. $\frac{1}{2}$, devait être alors envahie par la mer et offrir l'aspect d'une calanque.

Après l'abaissement du niveau marin, les falaises de Kâlapet sont devenue des falaises mortes, exposées à une intense dissection. Des ravines entaillent les falaises. Des blocs rocheux isolés se dressent à 50 ou 100 mètres en avant attestant leur recul.

Ces falaises manifestent à nos yeux une stabilisation pléistocène du rivage, vers 2 mètres au dessus du niveau actuel.

Les anciens deltas de la Cheyyâr et de la Korttalaiyâr. —

Nous avons un autre indice de cette stabilisation : l'ancien delta de la Cheyyâr (1) : on remarque que les alluvions de ce delta forment une terrasse, couverte de cultures, à 2 mètres au dessus du niveau de la mer ; après les dépôt de ces alluvions, l'abaissement du niveau de base a amené le fleuve à s'enfoncer, en taillant dans ses propres alluvions des berges escarpées.

Nous pouvons rapprocher ce fait de l'observation faite par Bruce Foote (1871) sur les alluvions de la Korttalaiyâr : là aussi, la rivière s'est enfoncée, de telle sorte que ses rives, entre Kavillûr et Singakuppam, sont constituées par de petits escarpements, mesurant approximativement de 3 à 4 mètres (2).

Le rivage au début du néolithique : l'émersion néolithique.

Au début du néolithique, le dessin du rivage est assez différent du rivage actuel. Les falaises vives de grès de Cuddalore ont reculé et il s'est formé à leur pied une surface d'abrasion, représentée aujourd'hui par une étroite zone basse entre les plateaux rouges et la mer (de $\frac{1}{2}$ Km. à 1 Km. de largeur au pied des falaises de Bommayapâlaiyam-Kâlapet), à quoi s'ajoute la surface d'abrasion immergée (jusqu'à 60 mètres du rivage, la profondeur dépasse rarement 2 mètres).

La ligne de rivage se trouve sensiblement à l'Ouest du rivage actuel. Au Nord de la région considérée, se poursuit l'édification des

(1) Situé à l'estuaire de l'actuelle Pâlâr; car c'est seulement depuis quelques siècles que la Pâlâr emprunte le cours inférieur de la Cheyyâr.

(2) Bruce Foote décrit ainsi les couches d'alluvions visibles sur cet escarpement :

sable ...	...	...	de 0m, 90	à	1m, 20
argile sombre	...	...	— 2m, 10	à	2m, 70

deux deltas de la Pennâr et de la Vieille Pâlâr. Entre ces deux régions d'alluvionnement, subsiste une région qui reçoit peu d'alluvions et qui, fermée par les cordons littoraux, va bientôt se transformer en lagune : ce sera le lac de Pulicat.

Au Sud du delta de la Vieille Pâlâr, le rivage dessine une baie : la baie de Poonamallee (Pûnamallî). Le rivage nord de cette baie est formé par les hauteurs du plateau d'Âvadi. Le rivage sud est gneissique : la mer atteint les collines de Pallâvaram, de St. Thomas, qui ont pu à certains moments former des îles.

Au Sud de la baie de Poonamallee, le saillant archéen de Mahâbalipuram forme une côte rocheuse, qu'interrompt le delta de la Cheyyâr.

Puis c'est la côte de falaises, formée par le plateau rouge de Pondichéry. Au Sud de ces falaises, se creuse la baie de Pondichéry. Puis un nouveau saillant, formé par la plateau rouge de Cuddalore-Vriddhâchalam. Enfin le vaste delta de la Kâviri.

Pour comprendre l'évolution de ce rivage jusqu'à nos jours, il faut se rappeler qu'il a été affecté par une émerision d'environ 2 mètres (1) : les falaises vives de Kâlapet, soulevées, sont devenues des falaises mortes ; les anciens deltas de la Cheyyâr et de la Korttalaiyâr ont été également soulevés au dessus du niveau de la mer. Cette émerision est la dernière que l'on connaisse dans l'Inde du Sud. Elle doit être contemporaine de celle qui a découvert les basses terres du Kerala, et dont le souvenir s'est cristallisé dans la légende de Parasu Râma. Comme nous ne connaissons pas, dans l'histoire des archéo-civilisations, de tradition orale qui remonte au delà du néolithique, nous pouvons affirmer que cette émerision s'est produite au néolithique. (probablement au cours du Premier Millénaire av. J. - C.).

L'émerision néolithique laisse subsister un rivage légèrement découpé, en raison des saillants des grès de Cuddalore, que l'abrasion marine n'a pas complètement réduits. L'abaissement du niveau marin va favoriser la formation de lagunes dans les baies. Nous suivrons mieux ce processus par l'étude de deux cas particuliers : les baies de Poonamallee-Madras et de Pondichéry.

Un exemple de formation du littoral : la baie de Poonamallee—Madras.

Les données géologiques et topographiques nous permettent de nous représenter la baie de Poonamallee (Pûnamallî) au néolithique. La zone littorale des alluvions récentes s'élargit ici nettement :

(1) Emerision en réalité plus forte et ramenée à 2 mètres par la submersion de l'époque historique. Cf. la fin de ce chapitre.

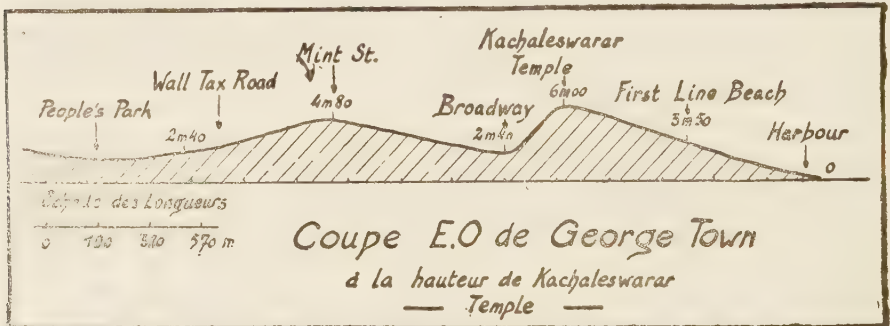
elle dessine un rentrant dont le fond est près de la bourgade de Poonamallee. La carte géologique indique que les alluvions continuent vers l'intérieur le long de la rivière Cooum. Mais Bruce Foote (1871) avait fort bien remarqué qu'on passe alors à un autre type d'alluvions. La Cooum n'est qu'un des lits occupés par la Vieille Pâlâr dans ses divagations, il y a des millénaires. On trouve donc, à l'Ouest, le long de la Cooum, le sable grossier graveleux de la Vieille Pâlâr, mêlé à des galets latéritiques. A l'Est, du sable fin d'origine marine, mêlé d'argile sur les bords de la Cooum. La jonction des deux formes d'alluvions se fait à travers la vallée de la Cooum, à proximité de Poonamallee.

Au Nord, l'ancienne baie est d'abord limitée par la bordure SE du plateau d'Àvadi (qui constitua le littoral après l'émersion des grès de Cuddalore). La limite passe par le hameau d'Ayappâkkam et suit le lit de la Cooum (direction EO) jusqu'à Sittukâdu. Elle s'infléchit alors vers le SE, passant par Tirumahishai (à l'Ouest de Poonamallee) ; le Chembarambâkkam Tank, Kunnâtûr. Puis elle s'infléchit vers l'Est, passant par Anakâputtûr et suivant jusqu'à la mer les alluvions de la rivière Adaiyâr. Sur ses limites sud, la baie de Poonamallee longeait un rivage gneissique, que marque une série de collines rocheuses : le Little Mount (inclus aujourd'hui dans la cité de Madras, sur la rive droite de l'Adaiyâr), le St. Thomas Mount, la colline de Kunnâtûr. A l'Ouest seulement, il n'y a aucune limite topographique nette : avec une élévation insensible du terrain, on passe aux alluvions de la Vieille Pâlâr (lit de la Cooum) et aux argiles schisteuses de Sriperumbûdûr (Ouest du Chembarambâkkam Tank).

La toponymie révèle que les conditions lagunaires se sont maintenues assez tardivement. En tamoul, les noms de lieux en — bâkkam, — pâkkam, s'appliquent à des localités situées au bord de l'eau. Nous en trouvons plusieurs exemples au cœur de la cité de Madras : Puruspâkkam, Nungambâkkam, Pudupâkkam (appelé aujourd'hui Pudupet); Selpâkkam, qui est le moderne Chepauk, était au bord de la mer. La forme anglicisée de Triplicane (Tiruvallikkeni) perpétue le souvenir d'un étang, au bord duquel s'éleva, au VIII^{ème} siècle, le temple de Pârthasârathy. Les divers étangs qu'on peut reconnaître aujourd'hui sur le plan de Madras, étangs en grande partie comblés ou asséchés, tels que les tanks de Vyasarpâdi, de Perambûr et de Madavâkkam (dans le NO de la Cité), le Spur tank (à Egmore), le Long Tank, le tank de Nungambâkkam, représentent l'ultime étape du comblement. Les eaux saumâtres que donnent certains puits de Madras témoignent aussi des anciennes lagunes asséchées.

Comment ces terres marécageuses se comblèrent progressivement, la nature des terrains révèle que ce fut à la fois par les apports de la

Vicille Pâlâr et des courants marins. Au néolithique, et jusque vers le XIV^{ème} siècle de notre ère, le lit de la Cooum était emprunté par la Vieille Pâlâr, de sorte que la baie de Poonamallee était une aire deltaïque. Et vers l'Est, les courants marins formaient les cordons littoraux, qui barraient l'entrée de la lagune. C'est pourquoi on peut reconnaître, en gros, deux sortes d'alluvions. Dans l'aire deltaïque de l'Ouest, des argiles et des terres noires déposées au fond des anciens étangs (comme le sol noir qui couvre des kilomètres carrés, près d'Anakaputtûr, dans la vallée de l'Adaiyâr, et qui correspond au fond du grand Pammal Tank (1). Dans l'aire d'alluvions marines, dominent des sables purs près de la côte et des sables mêlés d'argile plus à l'Ouest. La zone littorale, jusqu'à environ 3 Km. de la mer, montre nettement le rôle de la mer dans sa formation. Le sol y est constitué par des sables marins, qui semblent disposés en bandes parallèles au rivage : celles-ci se seraient accolées les unes aux autres, de l'Ouest vers l'Est, au fur et à mesure que les courants marins déposaient les sables des plages et des cordons littoraux. Un exemple connu de cette disposition est la bande de pur sable de quartz qui s'allonge, au Nord de Madras, de Tiruvottiyûr à Ennore (Ennûr) : longue de 5 Km., large de 600 à 800 mètres, c'est une véritable plage de sable, dont la teinte va du gris clair à l'incolore, épaisse de 30 à 60 centimètres, recouverte aujourd'hui par plus de 1 m. 50 de sable plus grossier (2).



La topographie révèle, particulièrement au Nord de la Cooum, une alternance d'anciennes lignes de dunes et de dépressions lagunaires parallèles au rivage (3). On distingue, de l'Ouest à l'Est, les formes suivantes :

1) La dépression du People's Park et de Basin Bridge, où passe le Buckingham Canal.

2) La partie occidentale de George Town, zone élevée dont l'axe est Mint Street.

(1) Bruce Foote, 1871.

(2) Ranga Rao (N.), Standard Sand Deposits at Ennore. The Hindu, Madras, June 5, 1955.

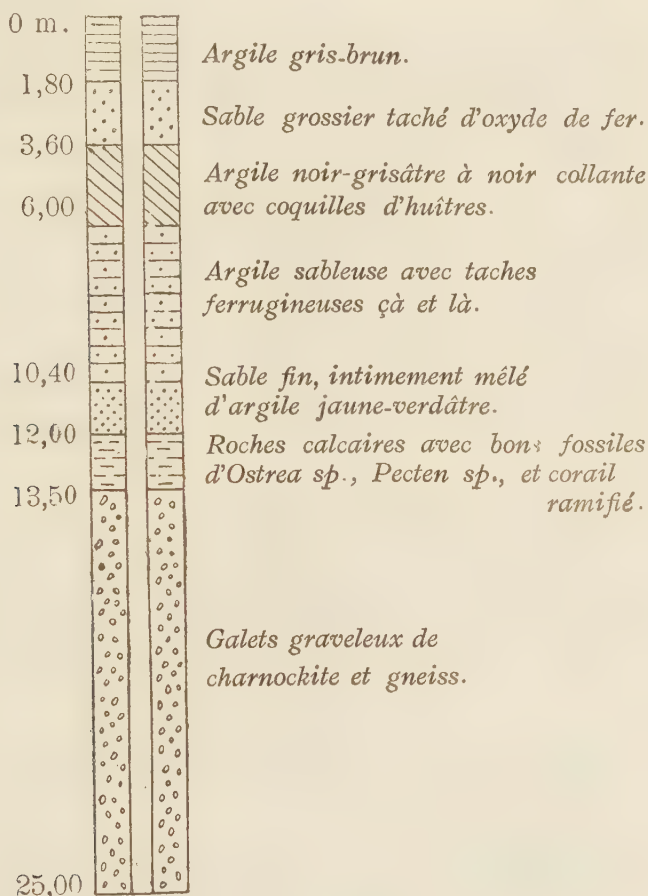
(3) Assez amorties dans le relief actuel de la Cité, ces dénivellations apparaissent beaucoup plus nettement sur les vieilles cartes du XVIII^{ème} siècle.

3) La dépression de Popham's Broadway, zone de jardins et de marécages jusqu'au XVIIIème siècle.

4) Le quartier de Muthialpet, ride la plus proche du rivage.

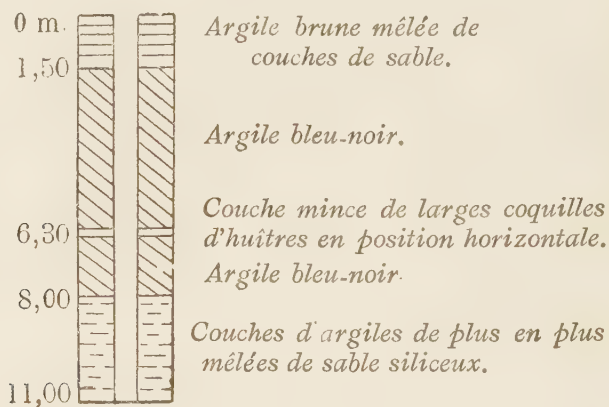
Mais il serait trop simple de concevoir une succession des alluvions de l'Ouest à l'Est. L'intérieur de la baie témoigne, par la stratification des sables, des argiles, des coquillages et de certains minéraux (sélénite, gypse fibreux), d'une alternance des conditions lagunaires, deltaïques, marines. Dans une aire déterminée, ces stratifications permettent de reconstituer les phases du comblement. On peut en rendre compte par les coupes de quelques puits, qui ont été forés jusqu'aux gneiss (dans la Cité de Madras, on rencontre généralement les gneiss à la profondeur de 17 mètres). Nous utiliserons les forages suivants :

Forage I : puits creusé dans le terrain du Spur Tank (Egmore), à 4 Km. de la mer. (1).

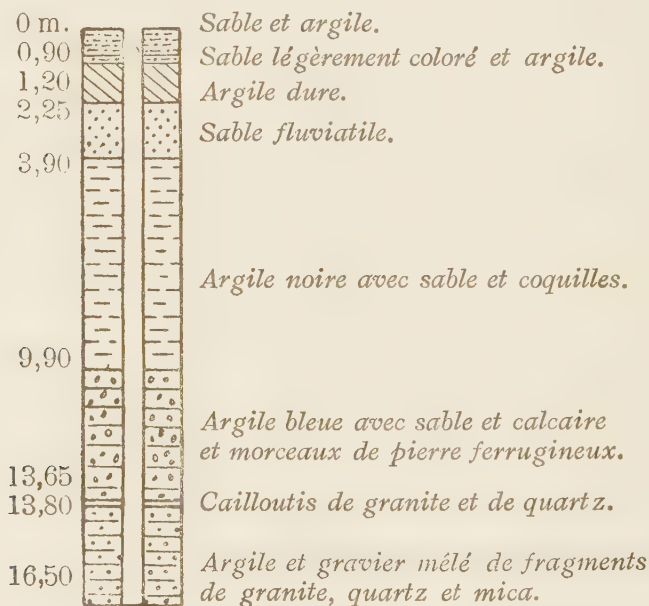


(1) Cité par P. G. DOWIE, 1939.

Forage II : puits creusé dans l'aire Egmore-Vepery (jardin du Colonel Marshall), à 3 Km. de la mer. (1).



Forage III : puis creusé près du Land Custom House, à environ 1 Km. de la mer. (2).



(1) Cité par BRUCE FOOTE, 1871.

(2) Forage du capitaine NEWBOLD, 1832, cité par BRUCE FOOTE, 1871.

Ces forages nous permettent de reconstituer certaines phases lagunaires, que signale la présence de coquilles d'huîtres. Le niveau actuel de ces dépôts de coquilles va nous renseigner sur les variations du niveau de la mer depuis l'époque où ils se sont formés.

Considérons les données du forage II. Ce puits a été creusé dans l'aire Egmore-Vepery, où la surface du sol est à environ 3 mètres au dessus du niveau de la mer. La coupe du puits signale un banc de coquilles d'huîtres à 6 m. 30 de profondeur, soit à environ 3 m. 30 au dessous du niveau actuel de la mer. Comme ces huîtres n'ont pu se former que dans une lagune, sous une faible profondeur d'eau, nous en concluons que le niveau marin n'a pas varié beaucoup depuis l'époque de leur formation. Il y a cependant un indice de légère submersion ; car les huîtres des lagunes se trouvent généralement à une moindre profondeur.

Même remarque pour le forage I. Les coquilles d'huîtres se rencontrent entre 3 m. 60 et 6 m. de profondeur dans le puits, engluées dans une argile deltaïque. Nous sommes ici dans la partie la plus déprimée d'Egmore, l'aire du Spur Tank, vers 2 m. 40 au dessus du niveau de la mer. Les coquilles se trouvent donc entre 1 m. 20 et 3 m. 60 au dessous du niveau de la mer (1).

Ces constatations nous amènent à conclure qu'il ne s'est point produit de mouvement d'émersion dans la baie de Madras depuis le néolithique ; elles permettraient, au contraire, de déceler un léger mouvement de submersion, car les bancs d'huîtres qu'on trouve à 3 m. 30 et 3 m. 60 au dessous du niveau de la mer vivaient probablement sur des fonds de lagune un peu moins profonds (comme c'est le cas pour les huîtres qu'on trouve actuellement dans les lagunes d'Ennore et de Pondichéry (2).

L'évolution se poursuit, à notre époque, par une tendance de la mer à regagner du terrain, en rongant les cordons de sables récents. Ce fait s'observe particulièrement au Nord du Port de Madras dans l'aire de Râyapuram ; il n'est pas en contradiction avec l'hypothèse d'une légère submersion. Bien entendu, nous ne tenons pas compte ici des vastes plages qui se sont développées au Sud du Port de Madras sous l'influence de la construction des jetées.

(1) Le niveau plus profond (Forage I) de corail et d'*Ostrea* témoigne évidemment d'un rivage plus ancien dont nous reparlerons plus loin dans le chapitre sur les *Variations des lignes de Rivage*.

(2) Nous nous rencontrons ici avec une remarque de P. G. DOWIE (1939), qui n'est malheureusement point étayée sur des arguments : il n'y a aucune évidence précise d'une émigration à l'époque récente et probablement aussi au pléistocène ; par contre, il y a quelque évidence d'une graduelle et lente submersion dans toute l'aire considérée, avec une submersion plus forte dans la portion SE.

Nous pouvons ainsi préciser la chronologie des faits dans la baie de Poonamallee-Madras :

1°/ Un mouvement d'émersion se produit. C'est l'émersion que nous avons décelée aux falaises mortes de Kàlapet-Bommayapàlaiyam et à l'ancien delta de la Cheyyâr.

2°/ Des cordons littoraux s'établissent et la baie de Poonamallee-Madras se transforme en lagune.

3°/ La lagune se comble au cours d'un processus qui, commencé au néolithique, ne s'achève qu'au XXème siècle.

4°/ Un léger mouvement de submersion favorise un retour offensif des vagues, qui attaquent le cordon littoral le plus récent.

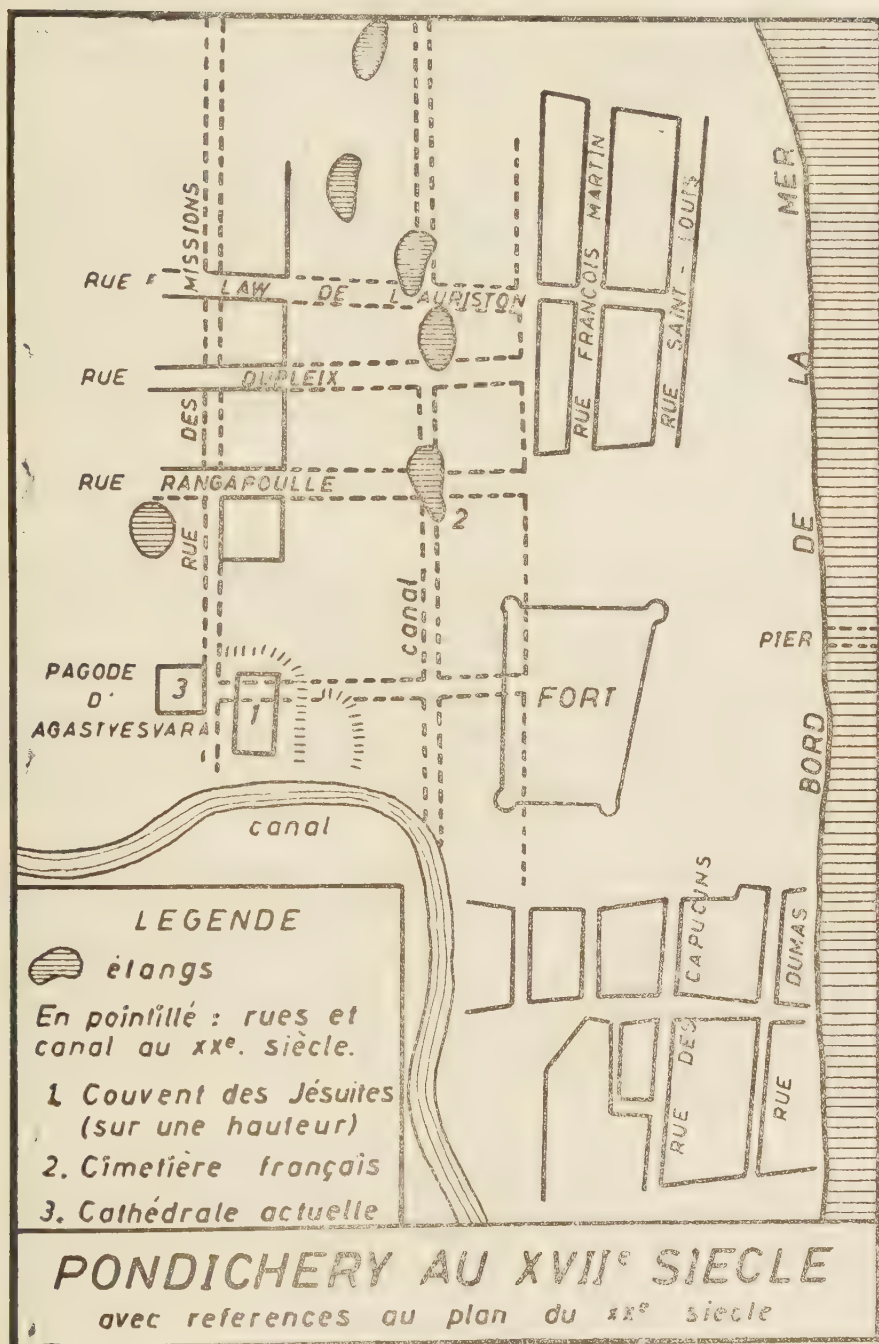
Un exemple de formation du littoral : la baie de Pondichéry.

Au Sud de Pondichéry, s'étend l'aire deltaïque de la rivière de Jinji. Les documents préhistoriques et historiques nous permettent de reconstituer, dans une certaine mesure, le comblement d'une baie par les alluvions de cette rivière et les sables marins.

Nous savons, grâce aux découvertes de G. Jouveau-Dubreuil et du Frère Fauchaux, qu'une ville étendue existe depuis l'Antiquité sur l'emplacement de Pondichéry : c'est Olugarai, nom qui survit dans le faubourg actuel d'Olugarai (ou Oulgaret). Nous savons aussi que le nom de Puducheri (le nouveau faubourg) s'appliqua d'abord à une extension de cet Olugarai au bord de la mer et qu'il pourrait fort bien correspondre à l'antique Poduké, cité dans le Périple de l'Erythrée (1er siècle apr. J. C.) et la géographie de Ptolémée (IIème siècle) ; les ruines de Virampatnam-Arikamédou, découvertes par G. Jouveau-Dubreuil, à 3 Km. au Sud de Pondichéry, pourraient être des vestiges de Poduké.

Nous pouvons ainsi nous faire une idée de ce qu'était la terre ferme vers le début de l'ère chrétienne. Olugarai était établi (comme le moderne faubourg qui conserve son nom) sur la bordure des grès de Cuddalore, zone relativement élevée et sèche. La majeure partie de la zone littorale actuelle était occupée par des lagunes. Cependant certaines parties de cette zone consistaient déjà en alluvions consolidées, qui pouvaient porter des établissements humains comme celui de Virampatnam-Arikamedou.

Nous pouvons savoir ce que fut la limite orientale de l'ancien Olugarai-Pondichéry, dans l'Antiquité et au Moyen Age. A l'emplacement de la cathédrale actuelle (rue des Missions) exista le temple d'Agastyâsvara, qui fut détruit par les Anglais en 1661. Les bâtisseurs de la cathédrale ayant utilisé les pierres du temple primitif, le Frère Fauchaux a pu retrouver dans la cathédrale des inscriptions qui prouvent



que ce temple appartenait bien à la ville d'Olugarai et existait déjà au Xème siècle. Le temple d'Agastyâsvara devait être, à l'origine, un temple au bord de la mer. La rue des Missions doit représenter un chemin qui primitivement longeait la plage, puis la lagune.

Les cartes dressées au XVIIème au XVIIIème siècle nous confirment dans cette façon de voir, en particulier la carte établie par les Hollandais avant le traité de Ryswick et recopiée par les Français (1). La limite orientale de la ville reste approximativement sur la ligne que marque aujourd'hui la rue des Missions. A l'Est de cette ligne, là où se creuse maintenant le grand Canal Nord-Sud, une zone d'étangs. A l'Est de cette zone d'étangs à l'emplacement de la ville française, une zone de sables et de dunes, où l'on voyait des cocotiers, des jardins, des huttes de pêcheurs. Un village de pêcheurs le long de l'actuelle rue Dumas. C'est dans cette zone que François Martin avait construit sa forteresse, origine du Pondichéry moderne.

Ceci nous montre clairement comment le sol de Pondichéry s'est formé :

1°/ Zone Ouest : c'est l'ancien Olugarai, établi sur les grès de Cuddalore et les alluvions consolidées que limite la rue des Missions.

2°/ Zone Est : ce sont le cordon littoral et ses dunes au bord de la mer, zone qui a dû se constituer depuis l'Antiquité et qui apparaît nettement sur la carte du XVIIème siècle.

3°/ Zone médiane déprimée : c'est la lagune, fermée par le cordon littoral, dont le comblement progressif ne laisse subsister que le chapelet d'étangs reconnaissable sur les cartes du XVIIème et du XVIIIème siècle.

Cette disposition zonale explique la topographie actuelle de Pondichéry, qui rappelle celle de George Town, quartier septentrional de Madras. En partant de la mer, on traverse d'abord la zone élevée de la Ville Française, établie sur les anciennes dunes (rues Dumas, des Capucins, de Suffren). Puis une nette déclivité, de la rue Suffren au canal nord-sud, marque le passage de la zone lagunaire, aujourd'hui comblée. Après le franchissement du canal, le terrain s'élève vers la rue des Missions et au delà, à travers la ville Indienne et jusqu'au faubourg d'Olugarai.

La zone lagunaire médiane s'ouvrait au Sud sur une lagune plus vaste, qui appartient au delta de la rivière de Jinjî (et qui continue à servir de déversoir à l'actuel canal nord-sud). Cette lagune méridionale est en voie de comblement ; les rizières y ont certainement gagné du terrain depuis le XVIIème siècle. Le dépôt d'argiles noires nous

(1) Plan de la Forteresse de Pondichéry, 1700, Archives de Pondichéry, No. 5, Paris, Ministère de la France d'Outre-Mer.

montre ici le processus de comblement des lagunes. Au siècle dernier, Blanford avait déjà montré, près de Pondichéry, la terre noire typique en formation ; il suggérait l'idée que les couches d'argile noire dans les alluvions correspondent à des phases lagunaires.

Le rivage actuel. —

Les deux exemples des baies de Poonammallee-Madras et de Pondichéry nous ont permis de comprendre par quel processus le rivage s'est régularisé. Nous pouvons maintenant saisir l'évolution du rivage dans son ensemble depuis le néolithique.

L'émersion néolithique ayant soulevé le rivage, la ligne du rivage reste légèrement sinuose en raison des deltas qui s'avancent et des baies (Madras et Pondichéry) que délimitent les plateaux pliocènes. Les courants marins déposent des cordons littoraux, qui séparent les falaises de la mer et ferment les baies : toute la côte se frange de lagunes, de dépressions salées. L'apport d'alluvions fluviales et marines tend à déplacer le rivage vers l'Est.

Ce déplacement du rivage est d'abord réalisé par les deltas. Ce sont eux qui expliquent les saillants du rivage. Au Nord, le delta de la Pennâr ; puis, entre le lac de Pulicat et Madras, celui de la Vieille Pâlâr, beaucoup trop important pour qu'on puisse l'attribuer aux pauvres rivières que sont aujourd'hui l'Arani, la Korttalaiyâr et la Cooum. Inversement le saillant que dessine le littoral entre Mahâbalipuram et Merkânâma ne correspond pas à l'importance de l'actuelle Pâlâr, dont l'estuaire a été artificiellement fixé ici vers le XIV^{ème} siècle : ce sont les alluvions d'un cours d'eau moins important, la Cheyyâr. Jusqu'à Cuddalore, le rivage garde son orientation générale NE - SO. Mais, au Sud de Cuddalore, il s'infléchit de plus en plus dans la direction sud : c'est l'avancée du grand delta de la Kâviri, dont le bras principal, la Coleroon (Kolerûn), se jette dans la mer un peu au Sud de Porto-Novo.

Les cordons littoraux ont déterminé la formation d'une zone continue de lagunes : ce sont les « back-waters », zone déprimée entre la terre ferme du néolithique et les dunes littorales. La continuité de cette zone est telle qu'on a pu facilement relier ces lagunes entre elles par le Buckingham Canal. Le colmatage des lagunes est déjà si avancé qu'il ne subsiste plus qu'une seule nappe d'eau importante : le lac de Pulicat.

Longue de 60 Km. du Nord au Sud, avec une largeur de 5 à 18 Km., cette lagune conserve une communication permanente avec la mer. Elle paraît devoir son existence au fait qu'il y a là une zone de faible alluvionnement entre les deux deltas de la Pennâr et de la vieille Pâlâr : le cours d'eau qu'elle reçoit, la Swarnamukhi, est de médiocre importance en comparaison des précédents.

Tout le reste des lagunes est plus ou moins asséché, formant des étendues au sol salé, — les « salt pans », — qui se recouvrent d'eau à la saison des pluies. La lagune d'Ennore (Ennûr) s'allonge de l'embouchure de l'Arani à celle de la Korttalaiyâr, où elle conserve, près d'Ennore, une étendue d'eau permanente en communication avec la mer. Au Sud de Madras, s'allonge la lagune de Covelong (ou Kovalam), qui conserve deux accès à la mer, près de Covelong et d'Edaiyûr (entre Mahâbalipuram et Sadras). Il est certain que primitivement elle s'allongeait davantage vers le Nord et vers le Sud, où elle communiquait avec des lagunes semblables, comme celle de Cheyyûr. Le fait que toutes ces dépressions littorales sont utilisées actuellement comme marais salants, montre bien que leur surface ne s'est pas encore élevée au dessus du niveau de la mer.

Entre Merkânâam et Pondicherry, le Kaliveli Tank est un cas différent. Il est le vestige d'une baie profonde, aujourd'hui comblée d'alluvions, qui se creuse entre les gneiss de la basse Pâlâr et les plateaux situés au Nord de Pondichéry (grès de Cuddalore et crétacé). Le creusement de cette baie peut s'expliquer par l'action d'un de ces cours d'eau conséquents qui ont disséqué les plateaux rouges dans les phases pluvieuses du quaternaire. Ce cours d'eau devait descendre des monts de Jinjî. Le remblaiement de la baie s'est réalisé par le même processus que celui de la baie voisine de Pondichéry. Un changement dans l'hydrographie explique la différence d'évolution : actuellement la baie de Pondichéry reçoit les eaux de la rivière de Jinjî, tandis que la baie du Kaliveli Tank ne reçoit plus qu'un petit ruisseau, venu de la région de Tindivanam, la Periyâ Âr, dont l'alluvionnement est plus faible. Ainsi subsiste cette aire légèrement déprimée qui se recouvre d'une eau saumâtre à la saison des pluies.

L'alluvionnement littoral a définitivement ennoyé les îlots rocheux qui subsistaient au néolithique. Il n'existe plus, dans cette région, que deux récifs charnockitiques baignés par la mer : à Mahâbalipuram, le rocher qui sert de socle au Shore Temple ; et un autre rocher, situé à 5 Km. au Nord (1).

Les alluvions sont formées de couches diverses, qu'on voit apparaître, par exemple, dans la tranchée du Buckingham Canal : argiles des lagunes, noires ou grises, souvent mêlées de sables ; sables des cordons littoraux et des plages ; abondants dépôts de coquillages marins.

Le littoral est généralement bordé de dunes de hauteur variable : 2 à 3 mètres près de Madras (Elliot Beach) ou de Pondichéry (delta de la rivière de Jinjî) ; plus souvent 5 à 6 mètres ; exceptionnellement, 18 mètres ; 20 mètres au Nord de Merkânâam (à l'Est de la lagune de Yedanthittu Kaliveli).

(1) En dehors de la région considérée, il subsiste sur la côte orientale quatre saillies rocheuses entre Ganjam et Vizagapatam ; et aussi la saillie rocheuse du cap Kanya Kumâri.

La nomenclature géographique mentionne des îles : de Sriharikota (à l'Est du lac de Pulicat) ; de Covelong ; du Yedakainâdu (qu'isolent les lagunes de Cheyyâr et de Yedayanthittu Kaliveli). Mais l'insularité de ces terres littorales est toujours instable et mal définie, parce que les lagunes sont affectées d'une alternance d'inondation et de sécheresse. En fait, une grande partie des dunes littorales est dans cette situation ; la ville de Pulicat, bâtie sur les dunes, est insulaire à la saison des pluies. Les retraits de la mer ou ses retours offensifs, à la faveur des mouvements du sol et des cyclones, peuvent modifier cette situation. Ainsi selon une tradition (1), le pays appelé Yedakainâdu aurait été isolé par une irruption de la mer.

Ces retours offensifs de la mer, qui traduisent une tendance à la submersion, sont assez incertains en ce qui concerne le passé lointain. Le plus grand port de l'Antiquité, Kâvirippâmpatnam, établi sur les dunes à l'embouchure de la Kâviri (2) n'a point laissé de traces : les brahmanes le disent englouti par les flots. Mais nous manquons de précisions archéologiques à son sujet. Au large de Cuddalore et de Virampatnam-Arikamedou, on retire du fond de la mer des morceaux de briques, des tuiles, des fragments de poterie jusqu'à une distance considérable du rivage. Ceci indiquerait que certains sites portuaires anciens, tels que Poduké (que G. Jouveau-Dubreuil identifie avec Virampatnam-Arikamedou), se seraient étendus à l'Est sur des lignes de dunes aujourd'hui disparues. Il ne faut pas oublier, en effet, que la côte néolithique était moins régularisée que celle d'aujourd'hui. Nous avons vu qu'elle présentait certainement des baies, comme celles de Poonamalle et de Pondichéry ; elle pouvait aussi présenter quelques saillants à Virampatnam-Arikamedou et Kâvirippâmpatnam.

Au Shore Temple de Mahâbalipuram (construit au VIII^{ème} siècle), les archéologues ont découvert les indices d'une submersion à l'époque historique : d'après les fouilles faites au temps de Lord Napier, gouverneur de Madras, la vieille route est à 5 ou 6 pieds au dessous du niveau actuel (3). Ceci indiquerait une submersion d'au moins 2 mètres, postérieure au VIII^{ème} siècle de notre ère.

D'après tous ces indices, il se serait donc produit une submersion, depuis l'Antiquité. Et l'ampleur du mouvement positif de la mer serait de l'ordre de 2 mètres. Ceci n'est pas en contradiction avec les niveaux lagunaires néolithiques trouvés dans les puits à Madras et à Pondichéry : il nous a semblé que ces niveaux se trouvaient plus bas que ne sont généralement les fonds de lagunes et que, par conséquent, ils résulteraient d'une submersion. Mais en reconnaissant cette sub-

(1) Cf. The Chingleput District Manual, 1879, p. 128.

(2) D'après le poème tamoul *Cilappadikâram*.

(3) Cf. CROLE (C. S.). The Chingleput District Manual, 1879, p. 12.

mersion de l'époque historique, nous sommes obligés d'accroître d'autant l'émersion néolithique : pour donner, non pas une précision définitive, mais un ordre de grandeur, qui permette une représentation du phénomène, disons que la falaise de Bommayapâlaiyam-Kâlapet aurait été portée au niveau $+ 4$ m. par l'émersion néolithique et ramenée au niveau $+ 2$ m. par la submersion de l'époque historique.

Lorsqu'on connaît ces mouvements du niveau marin, l'hypothèse de King (1880) concernant le delta de la Pennâr prend une signification plus nette. Selon ce géologue, le delta de la Pennâr semble trop peu étendu pour un fleuve de cette importance, étant donné que la division du cours ne se produit qu'à 15 Km. de la mer ; et King suggérerait que le delta a été en partie détruit par la mer. Cette hypothèse est plausible, si l'on admet les deux mouvements verticaux : l'émersion néolithique soulève le delta ; la submersion graduelle favorise ensuite l'érosion de ce delta par les vagues.

Ce mouvement de submersion semble s'être poursuivi au XIX^{ème} siècle dans la région de Pondichéry. Mgr. Lévêillé (1890) notait qu'à la fin du XVIII^{ème} siècle, la mer était assez éloignée de Pondichéry, mais qu'elle avait gagné 200 mètres en 60 ans, c'est-à-dire depuis 1830 environ. La même tendance se manifeste de nos jours, où la digue du cours Chabrol est sapée par les flots. De même dans la partie nord de Madras (quartier Râyapuram) : l'avance menaçante de la mer, qui ronge le rivage et détruit les habitations des pêcheurs, est fréquemment dénoncée.

On peut se demander si ce phénomène n'est qu'une petite subsidence locale, due à un fléchissement local du socle archéen, ou s'il correspond à une variation eustatique. Il faudrait, pour démontrer la réalité d'un phénomène eustatique, un beaucoup plus grand nombre d'observations réparties sur tout le littoral du Dekkan.



DEUXIEME PARTIE

LES TRAITS D'ENSEMBLE DU COROMANDEL

(entre la Pennâr et la Kâviri)

I

LES VARIATIONS DES LIGNES DE RIVAGE

Entre le rivage actuel et les plateaux intérieurs, qui ne portent aucune trace de transgression marine, il est certain que les lignes de rivage se sont fréquemment déplacées au cours des âges géologiques. Il est possible d'esquisser l'histoire de ces variations grâce aux données de la géologie et de la morphologie.

Mais le morphologue doit d'abord se défaire de l'illusion de ces pseudo-rivages, qu'on rencontre parfois dans le Coromandel : ces falaises et ces « récifs », que l'on dirait fraîchement abandonnés par la mer, sont, en réalité, des formes d'érosion qui s'expliquent par le climat subaride (1). Il faut aussi expliquer pourquoi les anciens rivages marins n'ont jamais laissé, à la surface des glacis, le moindre vestige de plages et de coquillages marins analogues à ceux qu'on trouve aujourd'hui au bord de lamer. Ces dépôts littoraux sont superficiels ; ils ont donc été balayés en totalité par l'écoulement des eaux en nappes ou en ruisseaux divagants pendant les périodes de climat subaride. Ils n'ont pu subsister que dans le cas où leur formation a été immédiatement suivie d'une phase de submersion, au cours de laquelle ils ont été recouverts d'une couche protectrice de sédiments. Par conséquent, c'est dans les forages à travers les sédiments et les alluvions (et particulièrement dans les puits) qu'il faut chercher les traces des anciens rivages.

Le rivage du Nagari ou Cuddapah (Kaddapah).—

La plus ancienne transgression marine dont on trouve les traces dans le Coromandel est celle du Cuddapah. Quoique la limite d'extension occidentale de ces rochers ne puisse pas constituer a priori la

(1) On a déjà montré, dans le chap. V. *La surface d'Erosion Miocène et Post-Miocène* (pp. 75-76), pourquoi les formes de Sholinghar, Jinji, Perumbakkam etc... sont des pseudo-rivages.

limite de la transgression, nous avons de sérieuses raisons de penser qu'elle se trouve assez près d'une ancienne ligne de rivage. En effet, les quartzites de Nagari, qu'on trouve dans cette région, sont des conglomérats au grain grossier, caractéristiques des sédiments déposés à proximité des rivages. On trouve ces matériaux sur les escarpements des monts Palkonda (chaîne occidentale du système). Plus au Sud, ils constituent la crête du Nagari Nose. Ce sont les mêmes conglomérats qui constituent les blocs erratiques des monts de Naikenpalaïyam.

Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que cela ne peut matérialiser à nos yeux que le seul rivage du Nagari : l'étage du Nagari n'est qu'une partie du vaste système du Cuddapah, dont les divers étages reposent en discordance les uns sur les autres : et il n'y a aucun doute que, pendant l'énorme durée de l'âge du Cuddapah, le rivage marin a subi des variations dont nous ne pouvons nous faire une idée précise.

Le rivage du Râjmahal (jurassique).—

On peut faire la même remarque au sujet de la notion d'un rivage jurassique. Les roches du Râjmahal sont représentées ici par deux étages, — Sripërumbûdûr et Satyavedu, — dont les lignes de rivage ne coïncidaient certainement pas.

Nous avons vu précédemment que l'étage inférieur (Sripërumbûdûr) est constitué de sédiments assez fins déposés en eau profonde, loin du rivage. On ne peut reconnaître aucune ligne de rivage correspondant à cette transgression. La mer devait alors s'étendre plus loin vers l'Ouest que l'extension actuelle des roches ne l'indiquerait. Il est vraisemblable que ni les Ghât (monts Javâdi et de Kârvetnagar), ni les chaînes du Cuddapah n'existaient au jurassique : par conséquent, aucun relief actuel ne peut nous suggérer le tracé du rivage.

Cependant l'examen des diverses couches composant l'étage de Sripërumbûdûr, telles que les a notées Bruce Foote (1871), nous indique que ces sédiments ne sont pas exclusivement formés d'éléments fins. Nous trouvons, à quelques mètres de profondeur, une couche de grès graveleux ou de graviers grossiers indiquant un rivage plus proche. Il n'est donc pas exclu que le rivage ait subi certaines fluctuations pendant cette période.

On ne trouve point de grandes quantités de bois silicifié, qui indiqueraient aussi la proximité d'un rivage. Le tronc d'arbre silicifié, parfaitement conservé, signalé par Bruce Foote à Vallum, semble exceptionnel dans l'aire de Sripërumbûdûr. Il apparaissait d'ailleurs nettement engagé dans une couche de gravier, qui est sous-jacente à une couche d'argile schisteuse graveleuse. Il appartient donc sans doute à une phase de régression de la mer, qui aurait momentanément déplacé le rivage vers l'Est.

Quel niveau atteignait la mer à l'époque de Srîperumbûdûr ? La question ne semble pas susceptible d'être résolue actuellement. A la surface du glaciaire d'érosion, tous les affleurements jurassiques que nous rencontrons sont évidemment des formations nivelées, qui ne peuvent nous donner aucune indication sur l'altitude primitive des sédiments. Toutefois nous avons personnellement trouvé, dans les collines d'Allikkuli, vers 150 mètres d'altitude, un grès fin blanchâtre qui semble appartenir à la formation de Srîperumbûdûr : il est visible dans une carrière, où il est immédiatement sous-jacent aux conglomérats de l'étage de Satyavedu. Mais comme ces roches sont affectées d'un léger pendage, d'ailleurs variable, cet affleurement est le témoin de la marge occidentale relevée de la formation.

Avec l'étage de Satyavedu, la question d'une ligne de rivage devient susceptible d'une réponse beaucoup plus précise. Les roches sont des conglomérats de galets. Le rivage se situait immédiatement à l'Ouest des collines actuelles de Satyavedu et d'Allikkuli et aussi de l'aire de Palayanûru, dont les parties supérieures sont recouvertes de galets.

Quel était alors le niveau de la mer ? Les conglomérats littoraux culminent à 381 mètres. Ils sont affectés d'un pendage est. Mais celui-ci, qui est très variable, paraît être le pendage caractéristique des dépôts littoraux plutôt que provenir d'un basculement général des couches. Il ne nous paraît donc pas déraisonnable d'affirmer que le niveau de la mer jurassique atteignait une altitude du même ordre que celui des collines d'Allikkuli ; en tout cas plus de 300 mètres.

Ceci implique, comme nous l'avons vu, un rivage élevé, que matérialisent aujourd'hui les monts de Nagari et les Ghât de Sholinghar. Ces falaises dominaient la mer ; et leur abrasion a fourni les galets dont sont constitués les conglomérats de Satyavedu.

Le rivage crétacé.—

Après le jurassique, toute la région au Nord de la Pâlâr est émergée. Par contre, se creuse au Sud de la Pâlâr le golfe de Trichinopoly, dans lequel les sédiments crétacés se déposent sur 1.000 mètres d'épaisseur environ. Les couches crétacées affleurent en une auréole dont le centre est situé vers Kârikâl.

La transgression crétacée présente donc des phases, avec des variations de rivage. Les géologues ne sont pas toujours en mesure de déterminer les rivages crétacés. Mais nous connaissons bien celui qui correspond aux couches supérieures de l'étage de Trichinopoly (santonien) et à l'étage d'Ariyalûr, en raison des dépôts littoraux évidents qu'on y découvre, en particulier des galets de charnockite et de granite arrachés au socle voisin.

les surfaces d'abrasion marine et les pédiments. Nous n'avons pu déterminer un niveau marin miocène qu'en nous référant à celui déterminé par George Kuriyan dans le Kerala, où, le climat pluvieux ayant prévalu, les diverses surfaces d'érosion ont été disséquées, mais non confondues. Nous avons fixé ce rivage miocène du Coromandel vers la courbe de niveau 150 mètres. Cette submersion entraîne la formation d'un rivage découpé et bordé d'îles nombreuses. Au Nord de la Pâlâr, le rivage suit les chaînes du Cuddapah, les Ghât gneissiques de Sholinghar. Au Sud de la Pâlâr, il s'éloigne plus ou moins des Ghât.

Les collines de Satyavedu et d'Allikkuli, comme l'indiquent leurs altitudes actuelles (respectivement 259 m. et 381 m.) formaient des îles peut-être même une seule île, car la dissection des formations jurassiques était moins avancée qu'aujourd'hui. La chaîne de Jinjî formait une île ou un archipel important. D'autres îles gneissiques s'allongeaient dans la direction NE-SO, parallèlement au rivage, particulièrement dans la région archéenne qui s'étend de Madurântakam à Madras. La disposition de ces anciennes chaînes montagneuses parallèlement au rivage faisait de cette côte miocène une côte de type dalmate.

L'abrasion de la mer miocène est sans doute responsable d'une certaine uniformité des surfaces sommitales dans les anciens archipels gneissiques et charnockitiques, au dessous de 150 mètres. De même, dans les collines de Satyavedu et d'Allikkuli, le développement des glacis en pente douce, au dessous de 150 mètres, paraît devoir son origine à la mer. Dans les collines d'Allikkuli, il est remarquable que ce glacis à faible pente s'élève jusque vers la courbe de niveau de 150 mètres, et qu'on rencontre alors des pentes plus raides.

On ne peut se faire une idée du rivage après le miocène sans tenir compte des travaux de Mgr. Lèveillé (1890). Examinant les résultats des divers sondages pratiqués sur le territoire pondichérien, ce géologue a mis en lumière l'existence de conditions lagunaires très anciennes. Il utilisait quatre sondages, disposés en gros sur une ligne presque parallèle au rivage, sur une distance de 16 Km. : du Nord au Sud, les sondages du Collège Calvé, du Jardin Colonial, d'Ariancoupom et de Kanyakoil (à l'Est de Bahour). Les coupes de terrain obtenues montrent ce qu'on trouve partout dans ces épaisseurs alluviales de la côte : des couches alternantes de sables et d'argiles avec plusieurs nappes artésiennes. Mais on reconnaît çà et là, à des niveaux divers, des dépôts d'argiles noires et de coquilles, semblables à ceux qu'on voit se former actuellement dans les lagunes. Mgr. Lèveillé a dressé deux tableaux comparatifs de ces sondages, l'un pour les argiles noires, l'autre pour les coquilles mêlées d'argiles noires, afin de montrer le déplacement des lagunes aux époques successives.

Argiles noires (en mètres)

Collège Calvé	Jardin Colonial	Ariankoupom	Kanyakoil
14 16,31 21 28 36,57	12 27 48	8 14	10

Coquilles (en mètres)

Collège Calvé	Ariankoupom	Kanyakoil
14 18	14,70	10

Il importe d'abord de préciser la profondeur exacte de ces dépôts au dessus du niveau actuel de la mer. Le Collège Calvé est situé approximativement à 5-6 mètres au dessus du niveau de la mer ; les autres lieux de forage peuvent se trouver légèrement plus bas. Nous pouvons donc dire qu'en déduisant 5 mètres des profondeurs données par Mgr. Léveillé, nous obtenons un chiffre qui n'est pas très éloigné des profondeurs réelles.

Appliquons ce procédé aux couches supérieures. Mgr. Léveillé indique les profondeurs de 8 mètres pour Ariankoupom et 10 mètres pour Kanyakoil : ceci, en retranchant 5, donne respectivement 3 et 5 mètres de profondeur au dessus du niveau de la mer. Il s'agit donc de vestiges lagunaires peu profonds, analogues à ceux du sous-sol de Madras et se rapportant vraisemblablement à des lagunes néolithiques.

Il n'en est pas de même des couches inférieures, qui représentent évidemment des époques plus anciennes. Le niveau de 48 m. reconnu au Collège Calvé et au Jardin Colonial, correspond à une profondeur réelle de 43 m. Quelle époque pouvons-nous assigner à ces vestiges lagunaires profonds ? Remarquons que les couches de lignite sous-jacentes ne sont pas loin : la première couche, à Bahour, est à 73 m.

de profondeur dans le puits, soit approximativement 68 m. au dessous du niveau de la mer. Ces lignites sont les mêmes que ceux qu'on trouve un peu plus au Sud, à Neiveli; et on peut les situer au miocène. Donc, si nous avons des couches miocènes vers — 68 m., on peut admettre qu'on a du pliocène vers — 43, et que tous les autres vestiges de lagunes, que l'on trouve dans les couches supérieures, s'échelonnent depuis le pliocène jusqu'au néolithique.

Nous pouvons faire la même observation au forage I de Madras. Entre 12 m. et 13 m., 50 de profondeur, nous trouvons des coraux et des coquilles, traces d'un ancien rivage. En retranchant 2 m., 40 (niveau du sol au dessus de la mer), nous voyons que les traces de rivage sont à peu près entre 9 m. 50 et 11 m. au dessous du niveau actuel de la mer. Il s'agit également d'un ancien rivage (pliocène ou pléistocène ?) qui a été submergé.

Mgr. Léveillé nous a donc révélé d'anciens rivages, dont les traces ont subsisté, parce que le dépôt des alluvions a été suivi par une submersion. Ces rivages nous indiquent qu'après la grande submersion miocène, s'est produite, au pliocène, une émergence amenant le niveau marin vers — 43 m. A la suite de cette émergence, s'est produite une graduelle submersion (1), dont les niveaux lagunaires des puits pondichériens sont les témoins.

Les grès de Cuddalore, qui sont mio-pliocènes, se sont donc déposés en majeure partie sur le continent (nous nous rangeons ainsi à l'opinion de Furon, qui leur donne l'appellation de néogène continental). Bruce Foote (1871) et, à sa suite, Narayana Rao (1926) avaient imaginé que les conditions de submersion du miocène s'étaient prolongées jusqu'au paléolithique inclusivement. Ils donnaient le nom de « Mer Latéritique » à la mer pliocène et quaternaire dans laquelle, selon leur opinion, les grès latéritiques de Cuddalore se seraient déposés. Il ressort de ce qui précède que la « Mer Latéritique » n'a pas existé au pliocène. Nous allons montrer, par d'autres arguments, qu'elle n'a pas existé non plus au quaternaire.

Le niveau marin au paléolithique.—

Bruce Foote, suivi par Narayana Rao, estime que les grès de Cuddalore étaient immergés pendant l'époque paléolithique. Il en donne pour preuve les instruments paléolithiques trouvés dans les latérites. Selon lui, les populations qui habitaient le rivage et les îles

(1) Il est possible de relier ce fait à un autre fait déjà connu. Nous avons vu qu'il existe, entre la surface d'abrasion du Kerala (de George Kuriyan) et celle du Coromandel, une différence de niveau d'au moins 30 mètres, que nous avons expliquée par un léger basculement de l'ensemble vers l'Est. Ces surfaces étant miocènes le basculement est post-miocène. Il pourrait donc s'identifier avec la submersion miocène du Coromandel (à moins qu'on ne découvre, un jour, les mêmes traces de submersion miocène dans le Kerala.)

(formées par les collines actuelles de Satyavedu et d'Allikkuli) auraient laissé tomber ces instruments dans la mer. Mais comment ceux-ci auraient-ils été transportés du rivage jusqu'aux lieux où on les a trouvés, sur les plateaux de Cuddalore-Vriddhachalam et d'Âvadi, par exemple ? Ce problème n'était pas élucidé à ses yeux : il avançait l'hypothèse de forts courants marins ou celle de la navigation.

Ces hypothèses ne sont point satisfaisantes, celle de navigation surtout, puisque nous savons que l'humanité paléolithique ignorait cette technique. Mais plus encore l'existence des terrasses pléistocènes de la Vieille Pâlâr (Korttalaiyâr) infirme la thèse de Bruce Foote. Ces terrasses sont datées des différentes époques du paléolithique ; et elles n'auraient pas pu se former, si le terrain n'avait été déjà émergé. Par conséquent, les grès de Cuddalore étaient émergés au paléolithique.

Mais comment résoudre le problème posé par Bruce Foote ? Comment expliquer la présence d'objets paléolithiques *in situ* dans la latérite des plateaux ? A notre avis, il n'y a pas de problème. Nous sommes aujourd'hui suffisamment familiarisés avec la recherche préhistorique pour savoir qu'on trouve les objets enfouis dans les alluvions. Dans le cas particulier du Coromandel, nous savons que les alluvions pléistocènes ont été déposées par des *sheet-floods* : il est normal que des objets paléolithiques se trouvent englobés dans leur masse.

La négation de la submersion pliocène et pléistocène entraîne d'importantes conséquences pour l'explication de la morphologie. Tant qu'on situait, selon Bruce Foote, le retrait de la mer vers la fin de l'âge paléolithique, on n'avait pas la possibilité de concevoir la dissection et l'érosion des grès de Cuddalore dans le laps de temps trop court écoulé entre la date prétendue de leur émergence et notre époque. Les géographes se trouvaient, par suite, dans une impasse, dont Kalyana-sundaram tenta de sortir par l'insoutenable théorie du soulèvement des grès de Cuddalore.

Au contraire, lorsque nous affirmons que la « Mer Latéritique » n'a jamais existé, nous disposons d'une durée suffisante, au cours du pliocène et du pléistocène, pour concevoir non seulement le dépôt de ces vastes cônes alluviaux que sont les grès de Cuddalore, mais aussi leur érosion pendant les phases pluvieuses du pléistocène.

Est-il possible de préciser le niveau marin au paléolithique ? Après le mouvement d'émergence du pliocène, se produit une submersion graduelle, comme l'indiquent les puits étudiés par Mgr. Lévêillé. Ainsi nous trouvons des niveaux d'argiles noires, dans les puits du Collège Calvé et du Jardin Colonial, à 28, 27, 21 mètres, soit à —23, —24, —16. Nous trouvons des niveaux de coquilles, dans les puits d'Arian-coupm et du Collège Calvé, vers 14 mètres, soit à —9. Finalement, nous arrivons aux niveaux d'argiles noires et de coquilles qui sont, dans

les puits d'Ariancoupom et de Kanyakoil, à 8 et 10 mètres, soit à —3 et — 5 : niveaux qui peuvent très bien correspondre au rivage néolithique, à la condition d'admettre une plus forte submersion dans l'aire de Kanyakoil-Bahour. On serait donc tenté d'attribuer au paléolithique le niveau de — 9, qui est immédiatement inférieur. Mais nous n'avons de cela aucune preuve ; car les hommes paléolithiques n'ont point laissé de traces dans les lagunes.

Si nous cherchons le niveau supérieur, que le mouvement de submersion n'a pu atteindre, nous trouvons la terrasse T3 de la Korttalaiyâr, qui appartient vraisemblablement au paléolithique supérieur et qui se trouve entre 12 et 15 mètres au dessus du niveau actuel de la mer. En effet, nous savons que les terrasses de la Korttalaiyâr ne doivent point leur formation aux oscillations du niveau marin, mais à des changements de climat.

On peut imaginer l'aspect de ce rivage au paléolithique supérieur. Dans le mouvement de submersion, s'est produit l'enneigement des grands cônes alluviaux, les grès de Cuddalore, qui atteignaient le rivage. Ces cônes alluviaux étant d'épaisseur inégale, la submersion donne naissance à des caps et à des baies. Les vagues commencent l'abrasion des caps, en formant des falaises rouges, dont les falaises mortes de Kâlapet et de Bommayapâlaiyam sont aujourd'hui les vestiges.

Ainsi nous trouvons un niveau de rivage précis, qui existait peut-être au paléolithique supérieur et certainement au début du néolithique : c'est, vers 2 ou 3 mètres au dessus du niveau actuel, la ligne de rivage qu'indiquent les falaises de Kâlapet et les anciens deltas de la Cheyyar et de la Vieille Pâlâr. C'est là le dernier niveau dont nous puissions avoir une idée précise avant l'époque présente.

La zone des galets de Satyavedu-Kanakammachattram.—

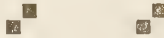
La croyance en une submersion pliocène a été entretenue par l'existence d'une importante zone de galets (au moins 1 Km. de largeur), qui s'étend au pied des collines jurassiques de Satyavedu et d'Allikkuli. Dans toute la plaine du Coromandel, rien n'évoque d'une façon aussi frappante l'idée d'une ligne de rivage : la campagne parsemée de galets ; les plus gros sont utilisés comme matériaux de construction dans tous les villages de la zone, tels Satyavedu (au pied des collines du même nom) et Kanakammachattram (au pied des collines d'Allikkuli). Sur plusieurs mètres en profondeur, on peut reconnaître des couches de galets de quartzites mêlés de graviers et d'argile rouge. (1). Depuis Bruce Foote, l'opinion a prévalu que c'est là le rivage de la mer pliocène.

Il est facile de montrer qu'il y a là une impossibilité. La prétendue ligne de rivage se situe vers 60 mètres d'altitude ; et les dépôts

(1) Nous n'avons pas de sondage montrant l'épaisseur de la formation.

pliocènes culminent à 96 mètres sur le plateau de Cuddalore-Vriddhachalam et 96 mètres à la butte-témoin de Kuttâdi. Comme des sédiments marins ne peuvent pas se déposer au dessus du niveau de la mer, ceci est une preuve supplémentaire, s'il en était besoin, de l'inexistence de la submersion pliocène.

Remarquons d'ailleurs que cette zone de galets s'étend seulement au pied des collines jurassiques. De toute évidence, c'est le facile délitement des conglomérats jurassiques qui est à l'origine de ces dépôts. Les cailloux arrachés ont été roulés sur les glacis orientaux des collines. En raison de leur poids, ils se sont stabilisés au pied des collines, le ruissellement en nappes ou en filets d'eau anastomosés n'ayant pas la force de les entraîner plus loin. Ils ont ainsi constitué la partie amont des cônes de déjections.



II

LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Les changements climatiques ont imposé à la région des modes de ruissellement successifs. Ce qui a généralement prévalu, c'est le ruissellement divagant et anastomosé du climat subaride ou, dans certains cas, les nappes torrentielles; mais certaines phases pluvieuses ont permis aux talwegs de se préciser. L'écoulement semble avoir été constamment exoréique, même dans la zone intérieure du graben crétacé; car, en dehors des larges lits sableux qui suivent le tracé des cours d'eau, tous les débris de cette zone intérieure ont été entraînés vers la mer.

D'une manière générale, les cours d'eau importants naissent sur le plateau du Mysore et s'écoulent vers la mer en traversant successivement plusieurs zones morphologiques. Nous appelons conséquente cette direction d'écoulement vers la mer, parce qu'elle est conforme à la pente générale de la surface gneissique, qui, depuis une époque très ancienne, est inclinée vers l'Est. Les cours d'eau conséquents présentent donc, en gros, une direction normale au rivage du Coromandel, tandis que les cours d'eau subséquents (avec les dépressions qu'ils drainent) suivent des directions approximativement parallèles à ce rivage.

L'étude du réseau hydrographique régional peut se diviser en trois grandes zones, selon les zones morphologiques traversées successivement par les cours d'eau : le plateau du Mysore, centre de dispersion des eaux ; la zone de franchissement des Ghât et des chaînes du Cuddapah ; le glacis miocène et post-miocène.

Le plateau du Mysore.—

Le Mysore ne semble pas avoir été soumis aux mêmes conditions hydrologiques que le Coromandel et le Kongu Nâd ; il se peut que son altitude lui ait valu un climat un peu différent. Il paraît, en effet, beaucoup moins nivelé que les pays situés en contrebas. Sa partie orientale surtout évoque l'idée d'une pénéplaine plutôt que d'un pédiment. Nul étonnement, par conséquent, que les talwegs, un peu plus enfoncés, y soient mieux fixés que dans le Coromandel et le Kongu Nâd. (1).

Les travaux de Pichamuthu (1943) ont montré que le Mysore est divisé par une ligne de partage des eaux Est-Ouest, qui passe à peu près à la latitude de Bangalore. Le Mysore est donc divisé, hydrographiquement en deux versants, dont l'origine doit être un ancien axe montagneux aujourd'hui arasé. Le versant septentrional appartient aux réseaux de la Tungabhadra et de la Pennâr ; le versant méridional, aux réseaux de la Kâviri, de la Ponnaiyâr et de la Pâlâr.

Cette ligne de partage des eaux explique l'orientation nord-sud des rivières. Mais dans la partie occidentale du plateau, le soulèvement des Ghât occidentaux a influencé le réseau hydrographique : la Tunga, la Bhadra coulent dans une direction nord-sud ; la Kâviri, dans une direction sud-est. Dans la partie orientale du plateau de Mysore, loin des Ghât occidentaux, ces déviations de cours ne s'observent point : la Pennâr, la Ponnaiyâr, la Pâlâr ont conservé leur orientation nord-sud. Mais on observe fréquemment que leur direction rectiligne est adaptée à celle des lignes de failles de la région : NO-SE et NS.

Ainsi les cours d'eau du versant nord. La Pennâr coule d'abord dans les granites avec une direction SN. Son affluent, la Chitrâvati, a creusé son lit SN dans les granites. De même la Hagari ou Vedâvati.

De même sur le versant sud. L'Arkâvati (affluent de la Kâviri) prend une direction rectiligne à son entrée dans les granites de Closepet ; près de Closepet, elle tourne à angle droit et prend une direction rectiligne SE. La Pâlâr supérieure a un cours rectiligne SE très caractéristique. On a déjà noté les mêmes traits, directions rectilignes et coudes

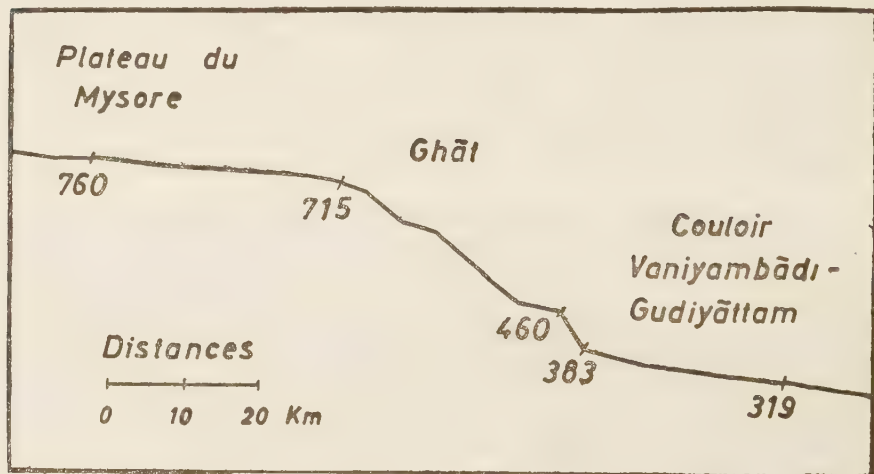
(1) Il faudrait une étude d'ensemble du Mysore pour tenter de déterminer ce que représente cette surface et par quel processus elle est parvenue à son état actuel.

brusques, dans les petits torrents qui naissent immédiatement au dessus des Ghât orientaux du Mysore.

Tous ces cours d'eau du Mysore sont arrivés dans la phase de sénilité. Ainsi nous voyons les cours d'eau qui naissent dans la région élevée de Kolâr Gold Fields (vers 800 — 900 m. d'altitude), — la Pâlâr, la Ponnaiyâr, — s'écouler à la surface du plateau sans encaissement. Leurs profils longitudinaux sont également évolués, assez proches du profil d'équilibre. Ceci est en accord avec ce que nous savons de l'ancienneté de cette surface pénéplanée et du caractère récent de son relèvement, qui n'a permis qu'une reprise marginale de l'érosion.

Le franchissement des Ghât du Mysore.—

Des Ghât du Mysore à la bordure du glaciaire mio-pliocène, tous les cours d'eau traversent une zone disloquée : les Ghât du Mysore, puis le graben crétacé, enfin les Ghât du Tamil Nâd ou les chaînes du Cuddapah.



- LES RAPIDES DE LA PĀLĀR -

Les Ghât du Mysore résultent du relèvement vertical de ce plateau. Nous avons vu que la dénivellation est plus forte au Sud qu'au Nord. Le rajeunissement hydrographique provoqué par cette dislocation est donc plus important au Sud. Tous les cours d'eau calmes du Mysore traversent là une zone de rapides, où ils s'encaissent dans les vallées jeunes. Ainsi la Pâlâr et ses affluents, la Malattâr et la Kaundiniya Nadi. Les accidents les plus remarquables sont ceux de la bordure sud du Mysore, où la Kâviri franchit le massif charnockitique des Biligirirangan. Un peu en aval de Kollegâl, celle-ci se divise en deux bras, dont la chute de 90 m. constitue les chutes de Sivasamudram. Puis elle s'engage dans des gorges étroites, décrit des coudes brusques, fait une chute de 21 m. à Hogenkal.



11. L'ancien delta de la Cheyyâr (embouchure de la Pâlâr)



12. Inselberg gneissique (région de Jinji)

Pour des raisons morphologiques, nous estimons que l'ensemble de la dislocation appelée Ghât du Mysore s'est formé au crétacé. Mais les profils en long des cours d'eau donnent des indices d'un rajeunissement beaucoup plus récent, qui a affecté surtout la partie méridionale de cette bordure et qui serait responsable de sa plus grande altitude. Dans leur section de rapides, les cours d'eau, — Pâlâr, Pennâr (1), — présentent, en effet, une anomalie : la partie inférieure des rapides a une pente nettement plus forte que la partie supérieure, — ce qui est nettement différent des profils longitudinaux classiques, normalement engendrés par l'érosion régressive. Cette anomalie ne peut s'expliquer que par un relèvement récent des Ghât du Mysore (2).

Le franchissement du graben crétacé.—

Après les Ghât du Mysore, les cours d'eau traversent le graben crétacé, qui est une marge affaissée du Mysore (bassin de Chittoor et Bâramahâl, reliés par le couloir Vâniyambâdi-Gudiâtam). Le caractère du réseau hydrographique, dans cette région, a été déterminé par le climat semi-aride, qui est établi au moins depuis le pliocène ; dans ces bassins complètement entourés de montagnes et de plateaux, les sheet-floods ou les rill-washes ont exercé une action particulièrement vigoureuse. Il en résulte que toute cette zone est transformée en un glaciais. Les cours d'eau n'ont pas creusé de vallées. Mais leur tracé à sections rectilignes et en lignes brisées obéit visiblement aux cassures du socle gneissique. La Ponnaiyâr et ses affluents suivent un quadrillé de cassures particulièrement frappant. La Pâlâr, jusqu'à la trouée de Vellore, suit une direction tectonique. La Poini au tracé rectiligne est évidemment dans le même cas.

Le nivellement par l'érosion latérale ne détermine pas de lignes de partage nettes entre les bassins. Dans le couloir Vâniyambâdi-Gudiâtam, le sens de l'écoulement semble avoir changé. En effet, les cours supérieurs de la Pâlâr et de son affluent la Malattâr sont orientés de telle sorte qu'ils semblent se diriger vers la Ponnaiyâr, au SE. Le coude brusque que font actuellement ces cours d'eau vers le NE semble le résultat d'une capture récente (3).

Le franchissement des chaînes du Cuddapah, du massif de Kârvetnagar et des Ghât du Tamil Nâd.—

(1) Se reporter, p. 50, à la fig. *Profil longitudinal de la Ponnaiyâr*.

(2) Ainsi s'expliquerait l'existence de chutes comme celles de la Kâviri, dont la persistance ne manquerait pas d'étonner sur une dislocation aussi ancienne que le crétacé. Mais cette question ne pourrait être résolue que par une étude d'ensemble des bordures du Mysore, ce qui dépasserait de beaucoup les limites de l'étude présente.

(3) G. Thirunaranan, 1938.



Echelle

0 1 2 3 4 miles

Les Trouées épigéniques de la Pennâr
et de la Cheyveru

Après le graben crétacé, les cours d'eau franchissent un bourrelet montagneux d'une grande diversité. Nous envisagerons trois cas différents : la Pennâr et la Cheyyeru, traversant les chaînes du Cuddapah ; la Ponnaiyâr et la Vellâr, traversant les Ghât du Tamil Nâd ; la Swarnamukhi et la Pâlâr traversant le massif de Kârvetnagar.

1) *La Pennâr et la Cheyyeru*, son affluent. Nous avons déjà vu (1) que le tracé de ces cours d'eau, de direction OE, est en discordance avec la structure des chaînes du Cuddapah, reliefs appalachiens d'orientation NS. Ces tracés sont surimposés. Les trouées à travers les chaînes sont typiquement épigéniques.

2) *La Ponnaiyâr et la Vellâr*. Etudiant précédemment la trouée de Chengam (2), nous avons montré son caractère tectonique ; nous avons vu que la Ponnaiyâr n'a joué aucun rôle dans la formation de la trouée. La trouée d'Âttûr, que franchit la Vellâr, petit cours d'eau né dans le voisinage, est un cas similaire. S'il subsistait un doute sur la nature tectonique de ces deux trouées, nous pouvons le dissiper par les arguments suivants :

a) La hauteur du soulèvement des Ghât. La Pennâr et la Cheyyeru n'ont eu aucun obstacle à forcer : c'est l'abaissement de leur niveau de base qui leur a permis, à partir du jurassique, de s'enfoncer dans un plateau, où se dessinait simultanément la topographie appalachienne. Les autres cours d'eau ne sont pas dans ce cas : la surrection des horsts à plus de 1.000 mètres dresse, à partir du crétacé, un obstacle dont on n'imagine pas le franchissement sans l'effondrement simultané des couloirs que les cours d'eau vont emprunter.

b) La date du soulèvement des Ghât. Tandis que le Cuddapah et le Kârvetnagar (alors partie intégrante du Mysore) sont relevés au jurassique, les Ghât du Tamil Nâd se soulèvent au crétacé, époque beaucoup plus récente. Par conséquent, on ne peut pas imaginer comment la Ponnaiyâr et la Vellâr auraient creusé des trouées épigéniques en un temps beaucoup plus court que la Pennâr et la Cheyyeru, et en forçant de tels obstacles.

Nous en concluons que le franchissement des trouées de Chengam et d'Âttûr par la Ponnaiyâr et la Vellâr s'explique uniquement par des conditions tectoniques.

(1) Cf. chapitre sur les *Chaînes méridionales du Cuddapah*.

(2) Cf. chapitre sur les *Ghât du Tamil Nâd*.

3) *La Swarnamukhi et la Pâlâr.*—

La démonstration réserve le cas de la Swarnamukhi et de la Pâlâr, qui ne franchissent ni les chaînes du Cuddapah, ni les Ghât du Tamil Nâd, mais descendent directement du Mysore par son ancienne bordure qu'est le Kârvetnagar. Indubitablement, les tracés de ces deux rivières à travers le Kârvetnagar sont orientés par les cassures du socle gneissique. Mais leurs trouées ne sont pas du type de Chengam et d'Âttûr, qui ont été créées par les grandes dislocations du crétacé; il n'y a là aucune surrection de ghât comparables aux monts Javâdi et aux Pachaimalai, donc aucun obstacle qui rende indispensable l'hypothèse de trouées tectoniques pour expliquer le passage des cours d'eau. Les trouées de la Swarnamukhi et de la Pâlâr s'expliquent par l'érosion.

Le cas de la Swarnamukhi s'est présenté, dans une première phase, exactement comme celui de la Pennâr et de la Cheyyeru : le cours de la rivière s'est surimposé au plateau du Cuddapah, qui se prolongait alors sans discontinuité jusqu'aux formations méridionales de Nagari, — c'est la phase épigénique de la Swarnamukhi (postérieure au relèvement jurassique). Mais les roches du Cuddapah sont ici beaucoup moins épaisses que dans la région de la Pennâr; il en est résulté que la Swarnamukhi, après avoir creusé sa vallée à travers la chaîne NS des quartzites de Nagari, s'est enfoncée dans les gneiss sous-jacents. Dans cette seconde phase du creusement, il n'est plus question d'épigénie; car la chaîne du Cuddapah, disséquée dans sa partie méridionale, a perdu sa continuité et les quartzites ne sont plus que les coiffes des massifs gneissiques. Le cas de la Swarnamukhi, dans sa seconde phase, est identique à celui de Pâlâr.

Le cas de la Pâlâr est simple. C'est un cours d'eau qui descendait du plateau gneissique, orienté par une ligne de fracture, comme le sont la plupart des cours d'eau descendant du Mysore. Le creusement de la trouée n'est qu'un aspect particulier du démantèlement et du déblaiement de toute la région méridionale du Kârvetnagar par les torrents et les nappes torrentielles. La trouée de la Pâlâr, en aval de Vellore, entre les reliefs gneissiques et les dykes, a moins de 2 Km. de large; son importance est proportionnée à celle du fleuve, dont le lit sableux est large de 1 Km. Les collines de Vellore, qui s'étendent au Sud du fleuve, sont un petit massif partout inférieur à 600 m., que son altitude et sa morphologie permettent d'assimiler au Kârvetnagar. Il est ainsi prouvé que la Pâlâr, dans la trouée de Vellore, ne franchit que l'ancienne bordure du Mysore, où l'érosion (qui s'exerce depuis le jurassique) a déblayé le passage.

Le glaci miocène et post-miocène.—

Après le franchissement du bourrelet montagneux du Cuddapah et des Ghât, tous les cours d'eau débouchent sur cette surface d'érosion que nous appelons le glaci miocène et post-miocène. Dans leur état

actuel, les talwegs sont artificiellement stabilisés; les cours d'eau, entièrement captés pour l'irrigation, ne peuvent plus divaguer. Mais, avant l'intervention humaine, ils arrivaient chargés d'alluvions et, comme en témoigne cet ensemble de pédiments, ils se dispersaient sur le glacis en formant, selon l'abondance de leur débit, des nappes ou des ruisseaux anastomosés. Les divagations du ruissellement, jusqu'à une époque assez récente, expliquent certains traits du réseau hydrographique.

Les lignes de partage des eaux ne se déterminent pas nettement. Certes, les phases pluvieuses du pléistocène, qui permirent aux cours d'eau de creuser, entraînèrent vraisemblablement la fixation de talwegs. Mais, trop brèves, elles furent suivies par de nouvelles périodes de divagations. On peut citer quelques exemples de changements de cours, que l'intervention humaine semble avoir favorisés.

Le plus célèbre est celui de la Pâlâr. Ce fleuve, qui n'avait alors aucun rapport avec la Cheyyâr, coulait au Nord de Conjeevaram et se jetait dans la mer au Nord du saillant archéen de Mahâbalipuram. On peut suivre, sur la carte géologique, les larges rubans alluviaux qui indiquent le cours de la Vieille Pâlâr ou Vriddhakshîranadi (1); celle-ci couvrait les dépôts pliocènes de ses sables blancs grossiers. Et nous voyons ainsi que l'Ârani, la Korttalaiyâr et la Cooum servirent de déversoirs alternatifs ou simultanés à la Vieille Pâlâr. C'est après le XI^{ème} siècle de notre ère que la Pâlâr a été détournée artificiellement: passant au Sud de Conjeevaram, elle rejoint la Cheyyâr (2).

Le cas de la Nagari est analogue. C'est un cours d'eau conséquent du Kârvetnagar, qui a déblayé depuis longtemps, à l'intérieur de ce massif, une vallée à fond plat. Elle franchit, près de la ville de Nagari, ce qui reste des Ghât du Kârvetnagar. On peut ensuite retracer son ancien cours d'après les alluvions: prenant une direction NE, elle empruntait alors la dépression, aujourd'hui sans cours d'eau, qui sépare les collines d'Allikkuli des monts de Nagari (3); elle rejoignait alors l'Ârani, cours d'eau descendant de la bordure du Kârvetnagar. Dans son cours actuel, la Nagari fait, près de Damarapâkkam, un coude à angle droit vers le Sud: se détournant de la large dépression qui s'ouvre au NE, elle s'engage, en bondissant sur les rochers, dans un étroit goulot gneissique; par un cours d'orientation SE, elle rejoint la Korttalaiyâr. Il n'y a pas lieu de supposer un phénomène d'épigénie. Nous pouvons suivre ici la suggestion de Bruce Foote (4): la Nagari, com-

(1) Le Vieux Fleuve de Lait, traduction sanskrite du tamoul Pâlâr .Pâl=lait; âr = rivière.

(2) Il existe des preuves historiques et archéologiques certaines de ce fait.

(3) Cf. Chapitre sur les *Collines Jurassiques*, où est expliqué le déblaiement de cette dépression.

(4) Dans *North Arcot District Manual*, p. 22.

ne l'affirme d'ailleurs une tradition, a été détournée artificiellement ; le passage à travers les gneiss est une œuvre humaine. Mais ce détournement, comme celui de la Pâlâr, a été favorisé par une évolution naturelle : P. G. Dowie (1939) invoque l'ensablement graduel de la dépression NE et suppose l'érosion régressive d'un petit cours d'eau SE, affluent de la Korttalaiyâr. Cette érosion régressive était, en effet, possible au cours d'une phase climatique pluvieuse. On remarque que, comme dans le cas de la Pâlâr, le détournement s'est fait vers le Sud : ceci suggère, comme les géologues l'ont remarqué, une légère tendance à l'affaissement de la région vers le Sud.

Nous remarquons un autre exemple de divagation, où la main de l'homme ne semble pas intervenir, dans la Periya Âr. Ce médiocre ruisseau, né aux environs de Tindivanam, finit dans une grande lagune saumâtre, le Kaliveli Tank (entre Pondichéry et Merkânâm). Nous avons déjà montré que la dépression occupée par cette lagune résulte du déblaiement des grès de Cuddalore dans la partie nord du plateau de Pondichéry. Le cours d'eau conséquent qui a procédé à ce déblaiement était certainement plus abondant que la Periya Âr et devait descendre des monts de Jinjî ; il a été détourné vers le Sud, où coule la rivière de Jinjî. Ce qui nous confirme dans cette opinion, c'est le nom même de la Periya Âr, qui signifie Grande Rivière et qui s'est appliqué manifestement à un autre cours d'eau que le ruisseau actuel.

On pourrait probablement multiplier de tels exemples. Ces changements de cours ne sont pas précisément des captures, car la notion de capture implique la conquête définitive d'un cours d'eau. Ce sont des phénomènes de déversement. L'instabilité du réseau hydrographique persisterait dans les conditions actuelles du climat ; car les rivières, qui n'ont d'eau pratiquement qu'à la saison des pluies (généralement d'octobre à décembre), étalent toujours un vaste lit de sables et ne creusent point, quelle que soit leur altitude au dessus du niveau de base.

L'érosion régressive, le ravinement ne se manifestent que sur des bordures de plateau à pente forte, presque toujours sur les bords des plateaux pliocènes.

Les deltas.—

Dans la construction des deltas, la régularisation du rivage par les courants côtiers est le fait dominant ; aucun delta ne peut actuellement dessiner un saillant sur la ligne de rivage.

Ceci s'explique par la faiblesse des cours d'eau pendant la plus grande partie de l'année. Leurs embouchures sont des espèces de lagunes, fermées par un cordon littoral bas, que franchit seulement la haute mer. C'est seulement pendant les crues, c'est-à-dire quelques semaines par

an, que le flot des eaux douces emplit les branches du delta et submerge le cordon littoral. Dans ces conditions, les alluvions apportées par les crues ne s'immobilisent pas dans la mer auprès de l'embouchure; elles sont entraînées par les courants côtiers, formant ainsi le cordon littoral ou la barre à quelques cent mètres du rivage. En outre, la légère subsidence de l'époque historique a certainement gêné la formation des deltas.

III

LES INSELBERGS

Le relief caractéristique de la région est celui des inselbergs. Ils dressent sur toutes les surfaces leurs silhouettes escarpées, depuis le plateau du Mysore jusqu'au bord de la mer. A cet égard, les grands horsts des Ghât ne sont pas essentiellement différents des plus petites bosses gneissiques; car ils doivent la conservation de leurs formes abruptes, depuis le crétacé, aux conditions du climat semi-aride qui ont créé les inselbergs. Mais l'usage est de réserver cette appellation aux reliefs petits et moyens qui parsèment les plateaux, en en excluant les grands massifs des Ghât.

Nous allons montrer que les inselbergs présentent une variété morphologique en rapport avec les roches diverses qui les constituent.

Les gneiss et les charnockites.—

Le plus grand nombre des inselbergs sont constitués des mêmes matériaux que la surface d'érosion sur lequel ils se dressent : les gneiss et les charnockites. Les inselbergs gneissiques sont plus nombreux que les charnockitiques, dont ils ne se distinguent pas morphologiquement.

Leur disposition, sur les plateaux moyens, est sans ordre apparent, parce qu'ils ne sont là que les vestiges d'une ancienne surface pénéplanée (le graben des plateaux moyens étant une marge effondrée du Mysore). Tels sont, par exemple, les reliefs résiduels dont se hérissent le plateau de Chittoor; ou bien, sur sa marge occidentale, les collines que l'érosion a séparées des Ghât du Mysore. Le massif de Kârvetnagar est parvenu dans un tel état de dissection qu'on peut le considérer, en grande partie, comme un ensemble d'inselbergs. Sur le glacis miocène et post-miocène, la disposition des inselbergs en alignements NE-SO.

en collines allongées de même orientation, provient de ce qu'ils sont les vestiges d'anciennes chaînes montagneuses ayant cette orientation ; ou bien, en ce qui concerne les reliefs lenticulaires de charnockites (St. Thomas Mount, Pallâvaram), de ce que les charnockites ont fait intrusion suivant les plans de foliation NE-SO des gneiss (1).

Leur morphologie peut se ramener à deux types :

1/ *Les croupes allongées non-ruiniformes*, du type *Acharapâkkam* (région de Madurântakam), aux pentes raides, mais non escarpées, couvertes d'une terre rouge mince et d'une végétation buissonnante (sur ces pentes, la terre est évidemment une latérite autochtone), présentant des surfaces sommitales plates voisines de 150 mètres. Ce type *Acharapâkkam* est surtout développé près de la mer, dans les régions de Madurântakam, de Chingleput, de Vandalûr ; mais il n'y domine pas exclusivement. Certains hauts inselbergs de l'intérieur, comme ceux qui forment la chaîne de Jinjî, appartiennent partiellement à ce type.

Cette répartition géographique suggère l'idée que le type *Acharapâkkam* est lié au climat. La colline d'*Acharapâkkam* est à 27 Km. de la mer ; celle de Vandalûr, à 16 Km. ; celle de Pallâvaram, à 11 Km. Le climat plus humide a favorisé l'érosion des versants par le ruissellement et l'enracinement d'une végétation qui fixe le sol latéritique. Certaines collines de cette région n'appartiennent pas au type *Acharapâkkam*, mais au type ruiniforme : ce sont des collines beaucoup plus petites, d'une érosion extrêmement avancée. La chaîne de Jinjî est bien plus éloignée de la mer, à 57 Km. ; mais elle est plus élevée, elle atteint 539 mètres. On conçoit donc qu'elle soit exposée, en raison de son altitude, à l'influence de la mer.

On ne trouve ce type *Acharapâkkam* qu'entre Pondichéry et Madras, parce que c'est là seulement que le socle gneissique s'approche suffisamment de la mer. Mais sa morphologie s'applique également à la bordure des Ghât, dont l'altitude compense l'éloignement de la mer : les Javâdi, les Kâlrayan et autres massifs ont des pentes très raides couvertes de forêts. Lorsqu'on voit de véritables falaises presque dépourvues de végétation, comme celles des monts Palni à Kodaikanal (bordure orientale des Ghât occidentaux), elles s'expliquent par leur exposition sur une vallée fermée de toutes parts, la vallée de Periyakulam, où le modelé propre au climat semi-aride a prévalu.

2/ *Les escarpements ruiniformes*, du type *Chittoor*, se rencontrent presque partout : ce sont les inselbergs classiques, masses rocheuses fissurées, chaos de blocs écroulés.

(1) Anciennes îles de la mer miocène, ces reliefs ont évolué vers les formes caractéristiques du climat subaride.



13. Les dykes prismatiques de Puttûr.



14. Inselberg à coiffe de quartzite (Kâlahasti).



15. Inselberg gneissique à diaclasses verticales (au Sud des Pachaimalai).



16. Inselberg gneissique à diaclasses verticales (au Sud des Pachaimalai)



17. Inselbergs granitiques (granites de Tachchankurichchi)



18 Inselbergs granitiques (granites de Tachchankurichchi)

On notera, dans ce type Chittoor, l'aspect particulier que peuvent prendre les gneiss, lorsque leurs plans de foliation sont verticaux : au Nord de Turaiyûr, près de la bordure sud des Pachaimalai, certains inselbergs ont un aspect de dykes, parce que l'érosion, travaillant selon les plans de foliation, a isolé des blocs parallélipipédiques verticalement dressés.

Les intrusions granitiques : le type Tachchankurichchi.

Dans la région que nous étudions, les granites vrais sont rares : ils se présentent comme des intrusions, qui ont percé le socle gneissique. Ils ne tiennent donc qu'une place sans importance dans la topographie, leurs affleurements ayant subi le nivellement général du glacis.

Bruce Foote (1879) signale la croupe granitique de Tarûr entre Wâlâjâpet et Conjeevaram (à 12 Km. à l'Est du tank de Kâveripâk et à environ 16 Km. au SO de la gare d'Arkonam). C'est une crête nue et lisse, longue de 400 mètres et haute de 12 mètres.

Plus important et donnant de véritables inselbergs, est l'affleurement granitique de *Tachchankurichchi*. Signalés par Blanford (1862), les granites de *Tachchankurichchi* n'apparaissent sur aucune carte géologique. C'est une bande de roches aux larges taches roses, qui tranche d'une manière frappante sur les teintes sombres des gneiss et des charnockites environnants. Large d'environ 3 Km, elle part de la limite des terrains crétacés, à l'Est, près de Samayapuram ; elle s'élève, en formant une bosse dénudée, parsemée de cailloux, qui culmine à *Tachchankurichchi*. Elle s'étend, au Nord de la Kâviri, dans une direction EO. King et Bruce Foote, estimant qu'elle n'atteint pas la région de Karûr, semblent dire par là qu'elle ne dépasse pas, vers l'Ouest, la Kâviri.

Ce granite, qui est resté en saillie au dessus du plateau gneissique, a donc été exposé aux conditions locales du modelé. Ses inselbergs ont la forme classique de l'érosion en boule.

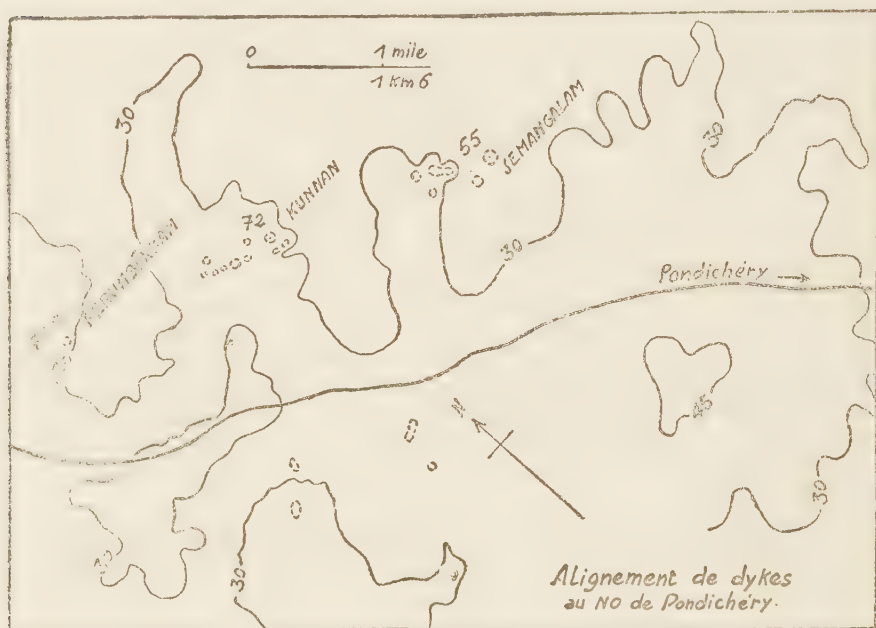
Les inselbergs à coiffe de quartzites : le type Kâlahasti.

Entre Kâlahasti et Nellore, on observe, à l'Est des monts Velikonda, une forme particulière d'inselbergs, qui est due au maintien de la couverture sédimentaire du Cuddapah sur le socle gneissique. Comme les inselbergs de gneiss, ce sont des reliefs résiduels parsemant la surface d'érosion miocène et post-miocène.

Les quartzites ont ici un pendage assez proche de l'horizontale. C'est pourquoi leurs coiffes forment des entablements nets, aux bords verticaux et blancs, superposés aux pentes plus irrégulières des gneiss. Ces reliefs ne sont que des formes limitées des grands entablements et falaises de quartzites qu'on observe dans les chaînes du Cuddapah (par exemple, au Nagari Nose).

Les dykes de dolérite.—

Les géologues (King et Bruce Foote) ont depuis longtemps remarqué un type particulier de buttes escarpées, qu'ils appellent les dykes trappéens. Ce sont, de loin, les intrusions les plus importantes de la région, et qui marquent fortement le paysage. La majeure partie semblent formés de dolérite, roche ignée très dure et de couleur très foncée, qui se distingue aisément des charnockites. Leur répartition est assez bien connue par la littérature géologique. Mais elle n'apparaît sur les cartes géologiques que dans des régions limitées, les districts de Chittoor et de Cuddapah, où les dykes sont distribués en un véritable quadrillage affectant la bordure orientale du plateau gneissique.



D'une manière générale, les dykes apparaissent le long de certaines cassures du socle archéen. Le long de cassures NS ou NO-SE : en particulier, sur toute l'ancienne bordure du Mysore, que nous appelons le *Shihir* ou *Marvetnagar*. C'est la grande ligne de faille Puttâr-Tiuttani-Sholinghar. D'autre part, nous les rencontrons sur des cassures EO : le long du cours moyen de la Pâlâr, de Gudiyâttam à Arkonam ; sur la Vellâr, à Toludûr (sur une ligne de faille qui semble prolonger les failles de la troncée d'Attûr) ; au NO de Pondichéry, l'alignement de dykes de Semangalam, Kunnam et Perumbâkkam.

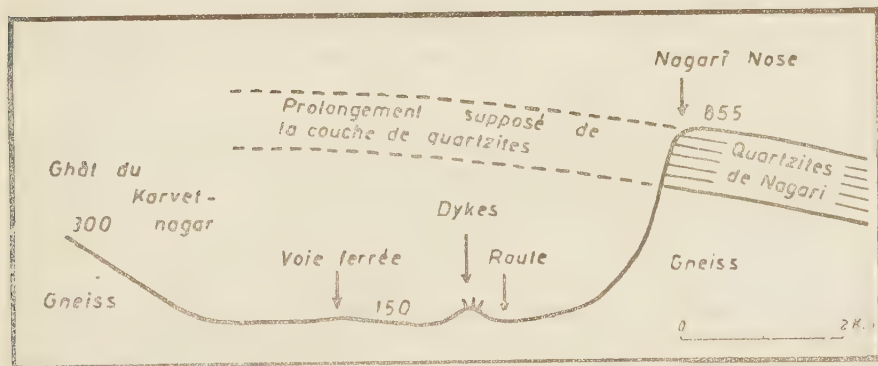
Les dykes peuvent affecter diverses formes, dont nous distinguerons deux types :

1°/ Le type Semangalam, piton très escarpé, ruiniforme, qui rappelle les inselbergs gneissiques du type Chittoor. Tel est l'alignement de Semangalam, Kunnam et Perumbakkam. L'inselberg de Perumbakkam possède la particularité, jamais remarquée jusqu'à présent, d'être un inselberg composite, formé, d'un côté, de gneiss et, de l'autre, de dolérite, — preuve tangible de l'intrusion des dolérites dans une masse de gneiss, que l'érosion a fait disparaître en respectant les dolérites.

2°/ Le type Puttûr, beaucoup moins répandu, représenté par les célèbres dykes de Puttûr : un groupe de puissantes colonnes prismatiques, évoquant l'idée de monuments mégalithiques gigantesques.

Les dykes de Toludûr sont à peu près nivelés. On les aperçoit dans le lit de la Vellâr, près du pont de la route de Madras-Trichinopoly. Il semble qu'on les ait endommagés lors de la construction du pont.

L'existence des dykes pose le problème de l'époque où ces intrusions se sont manifestées. King et Bruce Foote ont émis l'idée qu'elles seraient antérieures à l'époque du Cuddapah, parce qu'on ne voit nulle part les dolérites faire intrusion à travers les roches de cette formation. Mais c'est là un argument négatif. Nous allons montrer un cas morphologique précis, dans lequel l'hypothèse de King et Foote est en défaut.



COUPE SCHEMATIQUE DU COULOIR
PUTTUR - NAGARI

C'est le cas des célèbres dykes prismatiques de Puttûr, qui se dressent sur la bordure démantelée des vieux Ghât du Kârvetnagar. A l'Est des dykes, séparé d'eux par l'étroit couloir de Puttûr-Nagari, se dresse la forme hardie du Nagari Nose (1). Nous avons vu que le Nagari Nose est un sommet de quartzite à allure monoclinale, parce que ce n'est que le vestige d'un vaste anticlinal, dont on imagine très bien

(1) Fig. : Coupe Est-Ouest du Coromandel.

la voute dominant le couloir de Puttûr-Nagari et retombant à l'Ouest bien au delà des dykes. Ce paysage nous révèle concrètement que les dykes se dressent à l'emplacement que recouvrait autrefois une voute anticlinale du Cuddapah. Supposons que les dolérites aient fait intrusion à travers les quartzites. Depuis lors, la voute de quartzites a disparu; et les dykes sont restés en place. Du fait que l'intrusion n'est plus manifestée, il serait abusif de déduire qu'elle n'a jamais existé.

Admettons même (comme la position de l'anticlinal virtuel semble l'indiquer) que les couches de quartzites se trouvaient à un niveau trop élevé pour que l'épanchement de dolérite pût les perforer. Les dykes existaient cependant, faisant intrusion à travers les gneiss. Du fait que l'intrusion n'a pas atteint le niveau des quartzites, on ne saurait déduire qu'elle est antérieure à la formation de ceux-ci.

Ceci montre la nullité de l'argument négatif de King et de Foote, qu'on a accepté jusqu'ici sans discussion. L'absence d'intrusions à travers le Cuddapah ne prouve rien. Car nous savons, par des traces incontestables (1), que toute l'ancienne bordure du Mysore, le massif de Kârvetnagar, portait une couverture de quartzites, dont l'extension méridionale atteignait la région de la Pâlâr; nous savons que les derniers vestiges de ces quartzites n'ont été détruits qu'au pliocène (2). Or c'est dans cette région précisément que se trouve la multitude des dykes. Ceux-ci pouvaient fort bien faire intrusion à travers le Cuddapah. Maintenant que le Cuddapah a presque partout disparu, ces intrusions ne sont plus manifestes. De leur absence actuelle, on ne saurait déduire qu'elles n'existerent jamais.

On doit se rallier, par contre, à l'opinion des mêmes géologues, lorsqu'ils affirment que les dykes sont pré-crétacés, parce qu'on voit les dolérites disparaître sous le crétacé sans l'affecter. Nous avons pu constater ce fait dans le grand puits à section carrée de Semangalam. Le dyke de Semangalam se dresse sur la bordure des terrains crétacés d'Ariyalûr. Autour du piton qui constitue le dyke visible, s'étend une zone abrasée de dolérite, plongeant en pente douce sous le crétacé. Tout près de là, le puits de Semangalam nous révèle une coupe de terrain, dans laquelle apparaît, vers une profondeur de 2 m., le contact du crétacé et de la dolérite sous-jacente: le crétacé est dans son aspect ordinaire, sans aucune trace de métamorphisme; il s'est donc déposé après la formation du dyke. Nous avons la preuve que l'intrusion est antérieure à l'époque d'Ariyalûr.

Après avoir établi que les dykes sont pré-Ariyalûr, remarquons qu'ils sont multipliés surtout sur les lignes de failles de la grande dislo-

(1) Cf. chapitre sur les *Formations Méridionales du Cuddapah*.

(2) Cf. ce que nous disons des graviers de Conjeevaram dans le chapitre sur les *Sols Latéritiques et la question des Paléo-climats*.

cation jurassique, c'est-à-dire sur l'ancienne bordure du Mysore ; mais certains d'entre eux, ceux de la Vellâr, sont dans une zone de dislocation crétacée. Nous avons donc le choix, pour dater ces intrusions, entre deux époques :

1° / Le jurassique (entre Srîperumbûdûr et Satyavedu) :

2° / Le crétacé (entre Uttattûr et Trichinopoly : dans ce cas, on peut admettre que la dislocation crétacée aurait fait rejouer les vieilles cassures jurassiques, sur lesquelles les intrusions se manifestent).

Dans le Sud de l'Inde, les phénomènes volcaniques ne sont pas si anciens qu'on soit contraint de rejeter l'apparition des dykes dans le lointain précambrien. Que l'on songe à la sismicité de la zone charnockitique. Qu'on se rappelle comment l'éruption volcanique de 1756 fit apparaître, au large de Pondichéry, une île de cendres et de pierre ponce, longue de 3 Km. qui fut rapidement abrasée par les vagues (1).

L'origine et l'âge des inselbergs.—

D'une manière générale, les inselbergs sont des reliefs résiduels. Il faudrait déterminer l'époque où a débuté l'abrasion qui les isole sur le glaci. L'étude du dyke de Semangalam pourra nous fournir à ce sujet quelques indications.

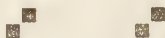
Le dyke de Semangalam se dresse, comme une grosse tour, sur un pédiment de dolérite, qui se raccorde doucement avec le glaci post-miocène, en plongeant sous les grès de Cuddalore à l'Ouest et sous les marnes d'Ariyalûr à l'Est. L'affleurement de dolérite couvre donc une surface beaucoup plus vaste que l'inselberg lui-même ; et nous ne pouvons pas mesurer toute l'étendue de l'intrusion doléritique, puisque, à côté de son affleurement visible, la surface disparaît sous les sédiments voisins. Nous en concluons que l'intrusion doléritique primitive formait un dyke beaucoup plus grand que l'inselberg actuel, une importante bosse de dolérite (comme on en voit encore dans le Sud du massif de Kârvetnagar). Il y a donc eu abrasion de cette bosse rocheuse ; et l'abrasion a commencé avant l'époque d'Ariyalûr, puisque la surface abrasée est partiellement recouverte par les marnes d'Ariyalûr.

Ces considérations nous montrent que le nivellement de ce que nous appelons la surface miocène et post-miocène a pu commencer dès le crétacé pour certaines régions. Ce serait le cas de la région située à l'Est des Pachaimalai où Blanford a constaté, aux époques de Trichinopoly et d'Ariyalûr l'abrasion des charnockites et des granites. Mais il ne s'agit là que de régions situées en bordure de la mer crétacée.

(1) Wadia (D. N.), *Geology of India*, London, 1953, p. 39.

Pour les régions situées un peu au dessous de la courbe de niveau 150 m. (500 pieds), on peut admettre une abrasion miocène, due à la subinersion de l'époque miocène. C'est le cas, par exemple, du plateau d'Arkonam (à l'Est des Ghât de Sholinghar).

Pour l'ensemble de la région, on peut affirmer avec certitude que les rill-washes procèdent au nivellement dès le pliocène ; car c'est au pliocène que nous constatons la formation de latérites et leur étalement en grands cônes de déjections. Mais une question reste obscure : dans les régions qui n'étaient pas submergées au miocène (c'est-à-dire les régions situées au dessus de 150 m.), la formation des pédiments n'a-t-elle pas commencé dès le miocène ? ou même plus tôt ? Pour répondre à cette question, il faudrait avoir une connaissance plus précise des paléo-climats.



I V

LES SOLS LATÉRITIQUES ET LA QUESTION DES PALEO-CLIMATS

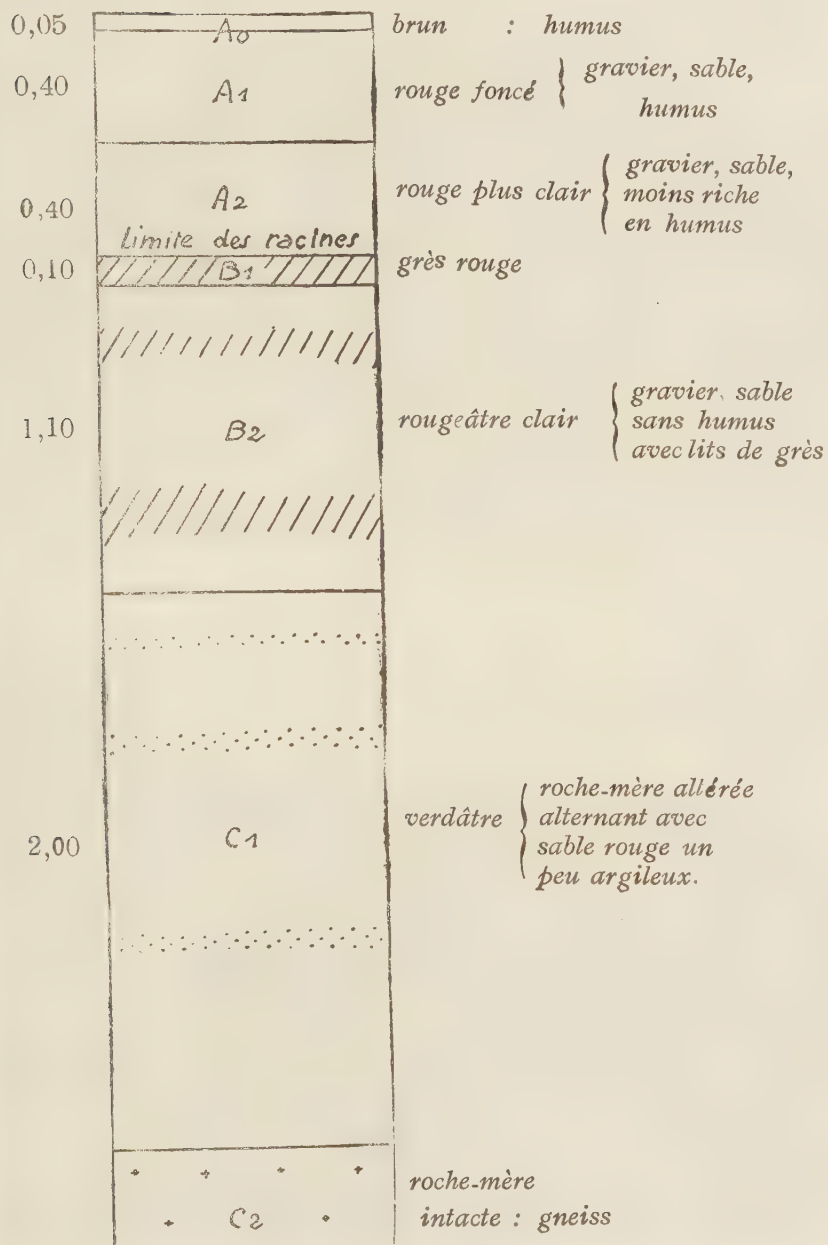
La région est presque entièrement couverte d'un sol rouge, qui doit sa coloration à l'oxyde de fer. Le caractère latéritique de ce sol est reconnu. Mais pour éviter une confusion, il est préférable d'écarter l'appellation de latérite ; car on ne trouve de latérites vraies, rappelant celles du Kerala, que dans certaines parties des grès de Cuddalore.

La formation des sols latéritiques.—

Les sols latéritiques se sont formés dans des conditions de climat qui semblent n'avoir point disparu dans les régions pluvieuses des Ghât orientaux. Nous allons mettre en évidence le processus de cette formation par une coupe de terrain que nous avons relevée dans les Ghât du Mysore (1). On observe que la roche-mère, le gneiss, s'altère profondément (horizon C1). Elle se décompose en une arène grossière (horizons A et B). Les migrations verticales provoquent la cimentation de certaines couches de l'arène : de là, les lits de grès des horizons B1 et B2. Les mêmes migrations entraînent la coloration rouge des horizons supérieurs (à partir de B1). Dans les monts Javâdi, on observe, à quelques variantes près, un processus analogue de décomposition des gneiss et de formation des sols rouges.

(1) Les horizons apparaissent dans la tranchée de la route Gudiyâttam-Palmaner (passe de Sainigunta).

mètres



COUPE DE SOL
DANS LES GHAT DU MYSORE
(route Gudiyattam-Palmaner)

Ces sols latéritiques autochtones se sont développés souvent sur des épaisseurs de plusieurs mètres, dans les Ghât occidentaux et orientaux : ce sont les "latérites de haut niveau", dont parlent les géologues. Ils ont pu se conserver sur de hauts plateaux que couvre la forêt depuis un temps immémorial. Les géologues ont remarqué qu'on ne trouve pas ces latérites sur les pentes. Il ne faut sans doute pas généraliser cette affirmation. Mais on peut en déduire que les sols latéritiques se sont conservés plus facilement sur les plateaux que sur les pentes, où ils étaient exposés à l'érosion.

Il est certain que les terrains latéritiques des grès de Cuddalore sont détritiques. Ils se sont donc accumulés pendant une période de pluies violentes où les latérites de haut niveau étaient soumises à une intense érosion. Ces pluies violentes, alternant avec des saisons arides, devaient entraîner de grandes masses d'alluvions, — ce qui créait, lorsque les eaux débouchaient au pied des Ghât, les conditions des sheet-floods et des rill-washes. Il est donc plausible de considérer le pliocène à la fois comme l'époque de formation des grès de Cuddalore et l'époque de formation des pédiments.

Quant au miocène, ses conditions sont différentes. Les dépôts du Kerala sont alors nettement latéritiques, s'il est vrai que les couches de Warkallay sont miocènes. Mais on ne peut en dire autant du Coromandel : les sables et graviers miocènes, de teinte plutôt rosée, qu'on peut apercevoir dans la grande excavation des mines de lignite de Neiveli (1956), n'ont pas le caractère latéritique des couches pliocènes. Ceci fait supposer que le climat miocène était différent du climat pliocène. Il est donc douteux que la formation des pédiments ait commencé au miocène.

Les dépôts pliocènes non-latéritiques.—

Ce serait toutefois une conception trop simple que de considérer les cônes de déjections pliocènes comme des dépôts purement latéritiques. Les graviers de Copjeevaram sont l'exception la plus connue (Bruce Foote, 1871). Ce sont des graviers et des galets de quartzite, associés à des galets de gneiss, de quartz, à des débris de roches gneissiques, à des couches de sable. La teinte est variée, mais pâle ; il n'y a pas de matière ferrugineuse. La présence dominante du quartzite, la grosseur des galets (rarement plus gros que le poing) trahissent leur origine : ils ne proviennent pas du déblaiement des latérites de haut niveau, mais de la destruction des dernières coiffes de quartzite (Cuddapah), qui subsistaient au Sud du massif de Kârvetnagar.

La datation de ces dépôts pose le même problème que celle des grès de Cuddalore : il n'y a point de fossiles, mais on a trouvé également des outils paléolithiques (haches et pointes de lance en quartzite) dans la couche superficielle, — ce qui indique, comme pour les grès de Cuddalore, que ces graviers sont pliocènes dans les couches sous-jacentes.



19. Le dyke doléritique de Semangalam (1er plan à g.: digue d'un étang)



20. Le montonnement des "récifs" de dolérite
au pied du dyke de Perumbákkam

Mais leur relation avec les grès de Cuddalore est difficile à définir. Au Nord et au Sud, leur limite géographique est nette : ce sont les alluvions récentes de la Pâlâr. A l'Est, où les graviers de Conjeevaram sont en contact avec les grès de Cuddalore, la limite n'est pas bien définie (il faut reconnaître que, sous l'uniforme couverture des sols rouges, le passage d'une formation géologique à une autre n'est pas facile à distinguer).

Ce qui est intéressant, ce sont les sections de puits, où l'on voit en contact les graviers de Conjeevaram et les grès de Cuddalore superposés : à Vedâl, le gravier clair est recouvert d'une couche de gravier latéritique concordante ; à Damal, 3 m. de graviers clair sont recouverts par 1 m. de sable latéritique graveleux, gris rouge (de même, sur les rives du canal d'Avalûr, à l'étang de Damal). La stratification résulte probablement d'un changement de climat.

On peut faire la même remarque sur une coupe de terrain notée par Bruce Foote (1876) dans les abrupts de la Korttalaiyâr, c'est-à-dire dans les grès de Cuddalore du plateau d'Âvadi. On trouve superposés les terrains suivants :

Conglomérat latéritique de 0 m.90 à 1 m.20

Grès graveleux marbré 1 m.80

Gravier quartzeux blanc-chamois et brun
(plus blanc et d'un grain plus grossier
en profondeur, avec des couches séparées
par de minces cloisons de kankar) de 9 m. à 12 m.

La diversité de facies des grès de Cuddalore rend le problème très complexe. On ne peut dire si ces couches non-latéritiques représentent un simple changement de facies ou une phase de climat différent.

La question des paléo-climats.—

Pénétrer plus avant dans l'étude des paléo-climats n'est pas possible dans le cadre d'une étude morphologique limitée au Coromandel. La question doit être abordée dans l'ensemble de l'Inde du Sud, en tenant compte d'éléments variés tels que les flores des différentes altitudes, les tourbières des monts Shevaroy (1), la répartition des plaques de regar (2), etc... Nous sommes encore loin de posséder les éléments d'une telle étude.

(1) Cf. Salem Gazetteer, 1918, p. 30.

(2) Il n'y a pas de regar dans la région que nous étudions, mais des sols noirs de lagunes, d'étangs, de vieilles rizières ; tels sont les prétendus regar dont parlent King et Bruce Foote (Manual of the South Arcot District, 1878). Le regar vrai (terre noire à coton, se rencontre par plaques sur le plateau du Mysore et dans le Sud extrême de la péninsule (district de Tinnevely). Sa répartition sporadique, sur des espaces plats, suggère l'idée d'une surface autrefois continue, qui aurait été détruite.

CONCLUSION

Cette étude d'une partie du Coromandel nous a permis de faire la synthèse d'une documentation dispersée et souvent ancienne et, en même temps, de parcourir une région assez vaste, que les moyens de transport d'autrefois ne permettaient guère de connaître dans son ensemble. Nous avons été ainsi amené à coordonner les connaissances éparses de nos devanciers et à proposer une conception, à bien des égards nouvelle, du Coromandel et de l'Inde du Sud.

Nous avons d'abord innové en proposant la conception d'un soulèvement jurassique du Mysore. A notre avis, entre les époques de Srîperumbùdûr et de Satyavedu, il s'est passé un fait capital : le soulèvement de la falaise de gneiss et de quartzite, qui a engendré les galets du littoral jurassique. Ce fait signifie le soulèvement du massif de Kârvetnagar, qui était alors solidaire de l'ensemble du Mysore. Il est corroboré par une constatation morphologique : la très grande vétusté des Ghât de Kârvetnagar, qui sont incontestablement plus anciens que les Ghât du Mysore et du Tamil Nâd. Nous avons montré que le relèvement du système de Cuddapah, solidaire de celui des gneiss sous-jacents, a entraîné l'évolution de ce système vers des reliefs de type appalachien.

En reprenant les travaux de Blanford, nous avons écarté la conception d'un soulèvement particulier des charnockites et montré, par des arguments morphologiques, la solidarité des gneiss et des charnockites dans le soulèvement des Ghât du Tamil Nâd. Les observations de Blanford nous ont permis de dater ce soulèvement du crétacé (après l'époque d'Ûttattûr). En même temps, divers arguments morphologiques nous permettent de prouver que les trouées d'Âttûr et de Chengam sont des trouées tectoniques, contemporaines du soulèvement des Ghât, mais nivelées ensuite par l'érosion latérale des eaux surchargées ; que les mêmes mouvements verticaux ont produit le graben des plateaux moyens (plateaux de Chittoor et du Bâramahâl, couloir Vâniyambâdi-Ambûr), ainsi que le relief jeune des Ghât du Mysore, en séparant du Mysore le massif de Kârvetnagar. Mais il ne nous a pas été possible de dater avec précision les dykes de dolérites, qui jalonnent surtout, comme nous l'avons montré, les lignes de faille de la grande dislocation jurassique : leur apparition pourrait se situer au jurassique ou au crétacé (mais elle est certainement antérieure à l'époque d'Ariyalûr).

En ce qui concerne l'ère tertiaire, on admettait, depuis Bruce Foote, que le Coromandel avait été submergé, depuis le miocène jusqu'au pléistocène inclusivement, par la " Mer Latéritique ", ainsi

appelée en raison des sédiments latéritiques qui s'y seraient déposés ; cette théorie erronée rendait impossible l'explication de la morphologie du Coromandel. Nous avons admis la réalité d'une submersion miocène, en nous appuyant sur les observations morphologiques de George Kuriyan au Kerala. Mais, dans notre définition du rivage miocène, nous écartons définitivement les conceptions de Cushing (auxquelles les géographes avaient d'ailleurs cessé de croire) : nous montrons que la mer n'a pu atteindre les Ghât du Tamil Nâd, mais seulement les Ghât du Kârvetnagar, les collines jurassiques et les chaînes du Cuddapah. Quant au pliocène, nous prouvons l'inexistence de la "Mer Latéritique", en nous appuyant sur l'évidence de l'émersion pliocène, que révèlent les niveaux lagunaires dans les puits de Pondichéry (travaux de Mgr. Léveillé) ; nous confirmons ainsi le caractère continental des grès de Cuddalore, que nous définissons morphologiquement comme des cônes de déjections ; enfin nous montrons que la zone de galets de Satyavedu-Kannakammachattram ne représente pas une ligne de rivage pliocène, mais n'est que la partie amont d'un cône de déjections. Nous prouvons également, par les terrasses de la Korttalaiyâr, que le pays était émergé au paléolithique.

En reculant jusqu'au début du pliocène (approximativement) l'émersion du Coromandel, nous avons rendu possible l'explication de sa morphologie, qui se heurtait jusqu'alors à d'insolubles difficultés. Après avoir réfuté la thèse d'un soulèvement des grès de Cuddalore (Kalyanasundaram), nous analysons l'action complexe des torrents et des nappes torrentielles : les eaux, chargées d'alluvions latéritiques, déposent les alluvions pliocènes ; les nappes torrentielles nivèlent le glaciaire post-miocène ; les torrents, au cours de phases pluvieuses pléistocènes, dissèquent les grès de Cuddalore. C'est dans ces phases pluvieuses du pléistocène que se situe la formation des grottes d'Allikkuli, dont l'origine est discutée depuis près d'un siècle : en écartant, par des arguments nouveaux, la thèse de l'origine marine de ces grottes, nous proposons à ce problème une solution nouvelle : les grottes doivent leur origine à l'abrasion d'un torrent dans une marmite de géants. A la même époque, se sont formées les terrasses de la Korttalaiyâr, datées d'après leurs vestiges paléolithiques (Krishnaswami) : nous montrons qu'elles ne doivent pas leur formation à des oscillations du niveau marin (celui-ci étant alors nettement plus bas), mais à des alternances de climat semi-aride et de climat pluvieux.

Il nous a été possible de retracer, avec une certaine précision, l'évolution du rivage depuis le néolithique. Après avoir mis en lumière les indices d'un léger mouvement de submersion, qui s'est poursuivi au pliocène et au pléistocène (d'après les niveaux lagunaires des puits de Pondichéry), nous avons montré que le rivage s'est fixé, vers le début du néolithique, à ce que nous appelons les falaises mortes de Bommayapâlaiyam, environ 2 mètres au dessus du niveau actuel (fait corroboré par l'existence d'un ancien delta de la Cheyyâr, également soulevé au dessus de la mer). Puis nous montrons que l'émersion

néolithique, mise en évidence par George Kuriyan au Kerala, produit des effets analogues au Coromandel ; l'étude particulière des baies de Poonamallee-Madras et de Pondichéry, nous a permis de retracer l'histoire de la régularisation du littoral, qui a été affecté, à l'époque historique, d'un léger mouvement de submersion.

Cette conception de la formation du Coromandel nous permet de définir des régions morphologiques beaucoup plus expressives que la division traditionnelle du pays en zones géologiques. Nous distinguons : le Mysore soulevé au jurassique, avec son annexe du massif de Kârvetnagar et les chaînes du Cuddapah ; les horsts et les grabens crétacés ; le glacis d'érosion miocène et post-miocène ; les plateaux de grès de Cuddalore, disséqués et modelés au pléistocène ; la zone littorale, formée depuis le néolithique.

L'exposé de faits hydrographiques généralement connus a été ordonné en fonction des grandes divisions morphologiques régionales : le réseau hydrographique sénile du Mysore, les problèmes posés par le franchissement de la zone des Ghât, les divagations des cours d'eau sur le glacis miocène et post-miocène. Cet examen des faits hydrographiques permet d'établir définitivement l'antériorité des Ghât du Kârvetnagar (jurassiques) par rapport à ceux du Mysore (crétacés) ; il met en lumière, en outre, le caractère purement tectonique des trouées de Chengam et d'Âttûr, tandis que les trouées de la Swarnamukhi et de la Pâlâr sont dues à des phénomènes d'érosion orientés suivant des directions tectoniques. Enfin nous soulignons le fait que, depuis le pliocène (sauf pendant les courtes phases pluvieuses), un climat semi-aride a entraîné l'étalement des cours d'eau en nappes torrentielles ou en filets d'eau anastomosés, le déblaiement de vallées et de bassins à fond plat dans les massifs montagneux (Kârvetnagar, Javâdi, Kollimalai et Pachaimalai), le nivellement d'un ensemble de pédiments locaux qui ont déterminé le paysage actuel des grabens crétacés et du glacis miocène et post-miocène.

L'étude et la classification des inselbergs définissent les formes de relief les plus caractéristiques de cette région : il en ressort que ces formes sont affectées par la nature des roches, mais aussi par la proximité de la mer, qui a engendré un type particulier d'inselbergs, le type Achara-pâkkam.

Au cours de ce travail, nous nous sommes efforcé de ne jamais perdre de vue les connaissances un peu sommaires que nous avons sur le Kerala et de coordonner les faits du Kerala et ceux du Coromandel. A notre avis, tout progrès ultérieur des connaissances sur la morphologie de l'Inde du Sud et toute révision éventuelle de nos conclusions devra s'appuyer (outre le progrès souhaitable des connaissances géologiques) sur une étude approfondie de la plaine du Kerala et des Ghât occidentaux.

Vu, le 22 Mai 1959.

Le Doyen de la Faculté des Lettres
et Sciences humaines
de l'Université de Paris
ANDRE AYMARD

Vu et permis d'imprimer
Le Recteur de l'Académie de Paris
Le Vice-Président du Conseil de
l'Université de Paris
J. PERES

BIBLIOGRAPHIE

— CARTES GEOLOGIQUES.—

Geological Map of India (1 inch = 32 miles), Geological Survey of India, Calcutta.

District Maps (échelles diverses, voisines de 1 inch = 4 miles), originaux exposés au Geological Survey of India, Mylapore, Madras.

— CARTES TOPOGRAPHIQUES.—

World Aeronautical Chart (1 : 1.000.000). Institut Géographique National, Paris, 1950. Feuilles n° 681, 682, 795, 796.

Topographical Maps of India (1 inch = 4 miles, 1 inch = 2 miles, 1 inch = 1 mile), en courbes de niveau. Survey of India, Dehra Dun.

— OUVRAGES D'ENSEMBLE.—

KREBS (Norbert). Vorderindien und Ceylon, 1939.

KRISHNAN (M. S.). Geology of India and Burma. Higginbothams, Madras, 1956.

OLDHAM (R. D.). A Manual of the Geology of India. London, Trubner & Co., 1893.

PASCOE (E. H.). A Manual of the Geology of India and Burma. Calcutta, 1950.

PICHAMUTHU (C. S.) The Charnockite Problem. Mysore Geologists' Association, Bangalore, 1953.

RAMOND (C.). Géologie des Indes Anglaises. Annuaire Géologique Universel, t. X, pp. 595-654, 1893.

SION (Jules). Asie des Moussons. Deuxième partie : Inde-Indochine-Insulinde (Géographie Universelle, IX). Paris, A. Colin, 1929.

SPATE (O. H. K.). India and Pakistan, a general and regional geography. London, Methuen, 1954.

WADIA (D. N.). Geology of India. London, Macmillan & Co. Ltd., 1953.

— ETUDES REGIONALES.—

BENZA (P. M.). Notes on the Geology of the Country between Madras and the Neilgherry Hills via Bangalore and via Salem. Madras Journ. Lit. and Sci., Vol. 4, 1836 a.

BLANFORD (H. F.). On the Cretaceous and other Rocks of the South Arcot and Trichinopoly Districts, Madras. Mem. Geol. Survey of India, June 1862, Vol. IV, pp. 1-217.

BRUCE FOOTE (R.). On the Geology of Parts of the Madras and North Arcot Districts lying North of the Palar River, and included in Sheet 78 of the Indian Atlas. Mem. Geol. Survey of India, Vol. X, part 1, 1871, pp. 1-132.

BRUCE FOOTE (R.). Notes on the Geology of the Neighbourhood of Madras. Manual of the Chingleput Late Madras District, 1876, pp. 383-390.

BRUCE FOOTE (R.). Sketch of the Geology of North Arcot District. Records of the Geological Survey of India, Vol. XII, 1879, pp. 187-208, 1 carte couleurs.

CARL (J.). Dans les Massifs Montagneux de l'Inde Méridionale. Esquisse Géographique, 1930. Extrait des Mémoires du Globe, Tome LXIX, Genève, 1930.

CHACKO (I. C.). A Sketch of the Geology of Travancore. Rec. Dept. Geol. Travancore, Vol. 1, 1921.

CUSHING (S. W.). The East Coast of India. Bull. Amer. Geogr. Soc. XLV, pp. 81-92, 1913.

DISTRICT GAZETTEERS.

DISTRICT MANUALS.

DOWIE (P. G.). The Physical Aspects and the Geology of the Neighbourhood of Madras. Journ. Madras Geogr. Assoc., Vol. XIV, 4, 1939, pp. 320-401.

FERMOR (L. L.). Correlation of the Archaean of Peninsular India. Mem. Geol. Survey of India, Vol. LXX, pt. 1, 1936.

FURON (Raymond). Géologie de l'Inde Orientale Française. Publications du Bureau d'Etudes Géologiques et Minières Coloniales, N° 17, Paris, 1941.

HOLLAND (T. H.). On some Norite and Associated Basic Dykes and Lava Flows in Southern India. Records Geol. Survey of India, Vol. 30, pt. 1, 1897.

HOLLAND (T. H.). The Charnockite Series, a Group of Archaean Hypersthenic Rocks in Peninsular India. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 28, pt. 2, 1900.

HOLLAND (T. H.). Geology of the Neighbourhood of Salem, Madras Presidency. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 30, pt. 2, pp. 103-217, 1901.

JOUEAU-DUBREUIL (Gabriel). Série d'Articles sur Pondichéry. Le Sémur, Pondichéry, 1931-39, réédité dans Revue Historique de l'Inde Française, Vol. VIII, 1952, Pondichéry, Bibliothèque Publique, pp. 141-237.

KALYANASUNDARAM (V.). The Physical Aspects and the Geology of the Chittoor District. Indian Geogr. Journ., Vol. XVI, 4, 1941, pp. 398-410.

KALYANASUNDARAM (V.). The Physical Geography of S. Arcot District. Indian Geogr. Journ., XIX, 3, 1944.

KING (W.). Kadapah and Karnul Formations in Madras Presidency. Mem. Geol. Survey of India, Vol. VIII, pt. 1, 1872.

KING (W.). The Gneiss and Transition Rocks, and other Formations of the Nellore Portion of the Carnatic. Mem. Geol. Survey of India, Vol. XVI, pt. 2, 1930, pp. 1-86, 1 carte couleurs (Original issue : 1880).

KING (W.). General Sketch of the Geology of the Travancore State. Records of the Geological Survey of India, Vol. XV, p. 87, Reprinted in Malabar (District Manual) Vol. 1, pp. 18-27. Government Press, Madras, 1951.

KING (W.). and FOOTE (R. B.). On the Geological Structure of Parts of the Districts of Salem, Trichinopoly, Tanjore and South Arcot in Madras Presidency. Mem. Geol. Survey of India, June 1864, Vol. IV, pt. 2, pp. 1-152.

KRISHNASWAMI (V. D.). Recent Contribution to the Study of the Quarternary in India and some late Developments in Prehistory. Jour. Madras Geog. Assoc., Vol. XII, 1937, pp. 236-245.

KRISHNASWAMI (V. D.). Physiological and Geological Survey of South Kanara District. Journ. Madras Geogr. Assoc., Vol. XIV, 4, 1939, pp. 244-262.

KRISHNAN (M. S.) and AIYENGAR (N. K. N.). The Iron Ore Deposits of Salem and Trichinopoly Districts. Bulletin Geolog. Surv. of India, The Manager of Publications, Delhi, 1954.

KUNJUNNI MENON (K.). General Features of the Teris of South Travancore. Indian Geogr. Journ., Vol. XXV, 2, 1950, pp. 1-9, 1 carte.

KURIYAN (George). The Geographic Basis or the Legendary Origin of Kerala. India Geogr. Journ., Vol. XVI, 4, pp. 340-354, 1941.

KURIYAN (George). Some Aspects of the Regional Geography of Kerala. Indian Geogr. Journ., Vol. XVII, 1, 1942, pp. 1-42.

LEVEILLE (Abbé H.). Géologie de l'Inde Française. Bull. Soc. Géol. Fr. (3), t. XVIII, pp. 144-158, 1889-90.

LEVEILLE (Abbé H.). Les Terrains d'Alluvion à Pondichéry. Bull. Soc. Géol. Fr. (3), t. XIX, pp. 99-111, 1890-91.

MONTESUS DE BALLORE (F. de). The Seismic Phenomena in British India and their Connection with its Geology. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 35, pt. 3, 1904. Reprinted in 1934.

MUTHUSWAMI (T. N.). A Note on the Physical Geography and Geology of Malabar. Journ. Madras Geogr. Assoc. Vol. VI, n° 3 et 4, 1931-32.

MUTHUSWAMI (T. N.). The Physical Geography of Trichinopoly District. Journ. Madras Geogr. Assoc., Vol. VIII, 1933, pp. 133-136.

PERIERA (A. B. M.). Mangalore and Environs. Journ. Madras Geogr. Assoc., Vol. XIII, 1938, pp. 373-394, 2 cartes en noir.

RADHAKRISHNA (B. P.). The Mysore Plateau. Its Structural and Physiographical Evolution. Bull. of the Mysore Geologists' Assoc., n° 3, Bangalore, 1952.

RAMA RAO (L.). On the Occurrence of an Eocene Bed in the Pondicherry Cretaceous Area. Current Science, 1939, Vol. VIII, n° 4, pp. 166-167.

RANGA RAO (N.). Standard Sand Deposits at Ennore. The Hindu, Madras, June 5, 1955.

SRIDHARA RAO (P.). The Geology of Salem District. Journ. Madras Geogr. Assoc., Vol. XI, 2, 1936, pp. 110-118.

SRINIVASARAGHAVAN (K.) A Geographical Study of the Vellar Basin. Journ. Madras Geogr. Assoc., Vol. XI, 1936, pp. 213-234, 8 cartes en noir.

SUBRAHMANYAM (N.). The Human Geography of the Post-Tertiary Alluvial and Sandy Belt of the Madras Coast. Journ. Madras Geogr. Assoc., Vol. XI, 1937, pp. 275-282, 2 cartes.

THIRUNARANAN (B. M.). The Rivers of the Palar Basin. Journ. Madras Geogr. Assoc., Vol. XIII, 1938, pp. 147-160, 4 cartes en noir.

THIRUNARANAN (B. M.). The Allikkuli or "Alicoor" Caves. Indian Geogr. Journ., Vol. XXVII, 3 et 4, 1952, pp. 64-66.

INDEX

- Acharapâkkam : 59, 71, 74, 128, 140.
 Adaiyâr : 97-98.
 Agastyasvara (temple) : 102.
 Aiyengar (N. K. N.) : 42-44.
 Alangaiyam : 52.
 Alleppey : 27.
 Allikulli : 54, 60, 61-65, 66-69, 78, 80, 85-86, 88-89, 92, 111, 113, 116-117, 125, 139.
 Ambûr : 138.
 Anakâputtûr : 97-98.
 Anamalei : 14-16.
 Anandavâdi : 49-51.
 Andhra : 10, 23.
 Aneimudi : 16.
 Ârani : 60, 64, 90-91, 105-106 125.
 Arcot : 73.
 Ariancoupon : 113-114, 116-117.
 Arikamedou : 102, 107.
 Ariyalûr : 46-47, 78, 84-85, 111, 132-133, 138.
 Arkâvati : 119.
 Arkonam : 56, 71, 134.
 Arni : 73.
 Attantangal : 91.
 Attirambâkkam : 91.
 Attûr : 17-18, 21, 40, 42-45, 48-49, 123-124, 130, 138, 140.
 Âvadi : 77-78, 80-81, 85, 90, 93, 96-97, 116, 137.
 Avalûr : 137.
 Ayappâkkam : 97.

 Baba Budan : 15.
 Bahour : 113-114, 117.
 Bâhudânadi : 53.
 Bâlâghât : 34.
 Banaganpalli : 21.
 Bâramahâl : 13, 33, 37, 38, 42, 49-51, 70-71, 121, 138.
 Basin Bridge : 98.
 Bata Vanka : 36.
 Beypore : 24.
 Bhadra : 119.
 Biligirirangan : 10, 14, 15-16, 32, 34, 120.

 Blanford (H. F.) : 20, 45-47, 78, 93, 105, 112, 129, 133, 138.
 Bombay (Karnâtak de) : 13.
 Bommayapâlaiyam : 65, 88-89, 92, 94-95, 102, 108, 117, 139.
 Broadway (Popham's) : 98-99.
 Buckingham Canal : 98, 105.

 Calicut : 24, 27-28.
 Calvé (Collège) : 113-114, 116.
 Cannan (O.) : 25.
 Cannanore : 24-25, 28, 94.
 Capper (Mount) : 88.
 Capucins (rue des) : 103-104.
 Carnatic : 23.
 Ceylan : 10-11, 15-16, 21, 24, 58, 63, 78.
 Chabrol (cours) : 108.
 Charnock (Job) : 10.
 Chembarambâkkam : 97.
 Chengam : 17-18, 40-41, 43, 48-52, 123-124, 138, 140.
 Cheyyair : 22, 55.
 Cheyyâr : 50-51, 71, 95, 96, 102, 117, 125, 139.
 Cheyyeru : 57, 122-123, 124.
 Cheyyûr : 76, 106-107.
 Chingleput : 70-72, 74, 83, 86, 128.
 Chintalavanka : 36.
 Chitrâvati : 119.
 Chitteri : 17, 32, 38, 40, 41-42, 43, 45, 49.
 Chittoor : 13, 17, 33, 36, 37-38, 39, 70-71, 121, 127, 128-129, 130, 138.
 Cholamandalam : 23.
 Cholavaram : 91.
 Closepet : 119.
 Cochin : 23, 27.
 Coimbatore : 14-16.
 Coleroon : 45, 105.
 Comorin (Cap), Cf. Kanya Kumâri.
 Conjeevaram (bassin) : 87.
 Conjeevaram (graviers) : 54, 58, 132, 136-137.

Conjeevaram-Srîperumbudur
 (golfe) : 59, 70,
 Coorg : 10, 15.
 Cooum : 64, 85, 97-98, 105, 125.
 Coromandel : 23, 29-31.
 Covelong : 106-107.
 Crole (C. S.) : 107.
 Cuddalore : 24-25, 30, 46, 71, 75,
 77-94, 95-97, 102, 105-107,
 116-118, 126.
 Cuddapah (chaînes du) : 2, 4, 9, 18,
 25, 29-30, 33, 37, 52-56, 61-63,
 70, 72-74, 77, 110, 112, 119, 120,
 121-124, 129, 139-140.
 Cuddapah (district de) : 130.
 Cuddapah (système du) : 5, 11,
 12, 21-22, 33, 38, 48, 52-56,
 62-63, 110, 115, 123-124, 129,
 132, 136, 138.
 Cuddapah (transgression) : 23, 109.
 Cuddapah (rivage du) : 55.
 Cushing (S. W.) : 72-73.
 Cutch : 58.

 Damal : 137.
 Dâmalcheruvu : 36-37.
 Damarapâkkam : 125.
 Damodar : 58.
 Deli (Mount) : 28.
 Dhârwar : 12.
 Dodabetta : 16.
 Dowie (P. G.) : 67, 99, 101, 126.
 Dumas (rue) : 103-104.

 Edaiyûr : 106.
 Egmore : 100-101.
 Elambalûr : 44.
 Elimala : 28.
 Elliot Beach : 106.
 Ennore : 59, 98, 101, 106.
 Erumaivettipâlaiyam : 91.
 Erumaiyûr : 71, 74.
 Ezhikhara : 28.

 Fauchaux (Frère) : 102.
 Fernor (L. L.) : 10.
 First Line Beach : 98.

Foote (R. Bruce) : 46, 59, 62, 66,
 75, 78, 80-81, 93, 95, 97, 98, 100,
 110, 115-117, 125, 129, 130, 132,
 136-138.
 Furon (R.) : 78, 80, 112, 115.

 Gadilam : 82, 83, 88.
 George Town : 98, 104.
 Ghât occidentaux : 15.
 Ghât orientaux : 16-18, 40-52.
 Godavâri : 58.
 Godd-Âr : 34, 36.
 Goddu Vanka : 34.
 Gondwana : 20.
 Guddiyâttam : 34, 36, 37, 38, 120,
 121.
 Gudûr : 86.
 Gunipâlaiyam : 66.

 Hadsanpuram : 69.
 Hagari : 119.
 Harichandrapuram : 61.
 Harûr : 42.
 Hogenkal : 120.
 Holland (Sir T. H.) : 10, 11, 18-20,
 47, 48.

 Jammalamadûgû : 21.
 Jardin Colonial : 113, 114, 116.
 Javâdi : 3, 10, 17, 32, 35, 37-40,
 41, 42, 43, 45, 47-52, 59, 73, 78,
 110, 128, 134, 140.
 Jinjî : 70-72, 74, 76, 106, 112, 128.
 Jinjî (rivière de) : 88, 102, 104, 106.
 Jouveau-Dubreuil (G.) : 89, 102,
 107.

 Kachaleswarar : 98.
 Kachirappat Malai : 71.
 Kadakkara : 28.
 Kadathuruti : 28.
 Kalahasti : 38, 54, 129.
 Kalangi : 54.
 Kâlapet : 88, 94-95, 96, 102, 108,
 117.
 Kalâr : 64.
 Kalianasundaram (V.) : 82, 87, 116,
 139.

Kaliveli Tank : 106, 126.
 Kalleti Vâgu : 56.
 Kallûr : 37.
 Kalrâyan : 17, 21, 32, 38, 40, 41-42, 43, 45, 49, 51, 52, 72, 73, 75, 78, 128.
 Kanan Devan : 10, 15, 16.
 Kanjampattu Malai : 61.
 Kannakammachattram : 117, 139.
 Kannara : 23, 28.
 Kanyakoil : 93, 113, 114, 117.
 Kanya Kumâri : 10, 13, 15, 24, 28, 106.
 Karnâtak : 12, 13, 23.
 Karnûl : 21, 53.
 Karûr : 129.
 Kârvetnagar (ghât) : 14, 17, 18, 20, 22, 29, 33, 54, 56, 62, 63, 72, 73, 123-125, 130, 131, 138, 139, 140.
 Kârvetnagar (massif) : 32, 33, 37, 38-40, 48, 63, 73, 110, 123, 124, 127, 132, 133, 138.
 Kaundiniya Nadi : 34, 35, 36, 120.
 Kâvillûr : 95.
 Kâviri : 13, 23, 32, 35, 40, 42, 43, 46, 72, 77, 96, 105, 107, 109, 119, 120, 121, 129.
 Kâvirippûmpatnam : 107.
 Kelleru : 86.
 Kerala : 1-2, 4, 19, 23-30, 31, 113, 115, 136, 139, 140.
 Kilacheri : 59.
 King (W.) : 24, 46, 81, 108, 129, 131, 132, 137.
 Kistna : 22.
 Kodaikanal : 4, 16, 72, 128.
 Kolachel : 27.
 Kolar Gold Fields : 120.
 Kollegâl : 15, 120.
 Kollimalai : 3, 17, 32, 35, 40, 42, 43-45, 47, 48, 52, 140.
 Kondotti : 26.
 Kongu Nad : 43, 44, 70, 119.
 Konkan : 24.
 Korttalaiyâr : 60, 78, 85, 88, 90-92, 95, 96, 105, 106, 116, 117, 125, 126, 137, 139.

Kottaipatti : 40, 42.
 Kozhikode : cf. Calicut.
 Krishna : 9, 12, 15, 21, 22, 58.
 Krishnagiri : 37.
 Krishnan (M. S.) : 42-44.
 Krishnaswami (V. D.) : 90, 92, 139.
 Kundair : 21.
 Kunnam : 130-131.
 Kunnatûr : 97.
 Kuriyan (G.) : 26, 27, 29, 72, 113, 115, 139, 140.
 Kuttâdi : 118.
 Land Custom House : 100.
 Léveillé (Mgr.) : 83, 93, 108.
 113-116, 139.
 Little Mount : 97.
 Long Tank : 97.
 Loubière : 94.
 Madanapalle : 34.
 Madavâkkam : 97.
 Madras : 96-102, 105, 140.
 Madurai : 58.
 Madurântakam : 59, 70, 71, 74, 113, 128.
 Mahâbalipuram : 71, 96, 105-107.
 Mailam : 85.
 Malabar : 27.
 Malaipedu : 71, 74.
 Malattâr : 34, 120, 121.
 Mallâpuram ghât : 42.
 Mangalore : 23, 27.
 Manjankâranai : 85, 88, 91.
 Manjavâdi : 40, 42, 52.
 Mannasi Amman Koil : 66, 67, 69.
 Martin (François) : 104.
 Megasthènes : 28.
 Merkânam : 88, 94, 105.
 Mer Latéritique : 80, 115-116, 138, 139.
 Mettûr : 15.
 Mint Street : 98.
 Missions (rue des) : 102-104.
 Mogali : 36.
 Montessus de Ballore : 19.
 Mosûr : 61.
 Mûkkanûr : 42.

Muthialpet : 99.
 Mysore (Etat de) : 23.
 Mysore (Ghât du) : 17, 18, 20, 32, 33-37, 38, 39, 51, 120-121, 127, 134, 135, 138, 140.
 Mysore (Plateau du) : 3, 9, 12-13, 14-16, 17, 33, 36-41, 48-51, 54, 63, 118, 119-120, 123, 124, 127, 132, 133, 138, 140.
 Nâgalâpuram : 54, 64, 73.
 Nagari (Monts de) : 53, 54, 55, 56, 61, 62, 64, 73, 77, 111, 124, 125.
 Nagari Nose : 39, 54, 55, 62, 110, 129, 131.
 Nagari (rivage de) : 109-110.
 Nagari (rivière de) : 63, 64, 125.
 Nagerkoil : 24.
 Naikaneri : 36.
 Naikenpâlaiyam : 54, 62, 110.
 Nallamalai : 22.
 Narayana rao : 81, 115.
 Nâyudupet : 86.
 Neiveli : 24, 78, 79, 115, 136.
 Nellore : 53, 55, 74, 77, 81, 86.
 Newbold (Capit.) : 93, 100.
 Nilgiri : 3, 10, 14-16, 18, 19, 21, 47.
 Nungambâkkam : 97.
 Olavathûrkunnu : 26.
 Oldham (R. D.) : 48.
 Olugarai : 102-104.
 Orissa : 10.
 Oulgaret, cf. Olugarai.
 Oussoudou : 77, 85, 94.
 Pachaimalai : 5, 17, 20, 32, 34, 35, 40, 43-45, 46-48, 52, 70, 73, 75, 78, 112, 129, 140.
 Padavedu : 35, 41.
 Pâlâr : 13, 34-41, 43, 58, 59, 63, 70, 71, 73, 74, 78, 83, 90, 95, 105, 119-121, 124-125, 126, 130, 132, 137, 140.
 Pâlâr (Vieille) : 90, 92, 96-98, 105, 116, 117, 125.
 Palayanûru : 54, 60-61, 63.
 Pâlghât : 2, 14-18, 21, 48.

Palk (détroit de) : 16, 18, 21, 45, 112.
 Pâlkonnda : 53, 110.
 Pallâvaram : 70, 71, 74, 96, 128.
 Palmaner : 36.
 PaLni : 3, 10, 15, 16, 72, 128.
 Pâmban Âr : 50, 51.
 Pâmbâr : 38, 50.
 Pammal tank : 98.
 Pandalûr : 26.
 Pâniam : 21.
 Panruti : 82.
 Pâpâgni : 22, 53, 55.
 Parasu Râma : 27, 28, 96.
 Patagunjana : 56.
 Peddavanka : 36.
 Penchala Konda : 53.
 Pennâr : 22, 32, 52, 57, 96, 105, 108, 109, 119, 121, 122-123, 124.
 Perambûr : 97.
 Periya Âr : 106, 126.
 Periyakulam : 128.
 Pernambattu : 34, 35.
 Perumâl : 4.
 Perumbâkkam : 76, 93, 130-131.
 Pichamuthu (C. S.) : 11, 13, 19, 20, 44, 119.
 Pidurutalagala : 16.
 Place Pâlaiyam : 64-66, 69.
 Poduké : 102, 107.
 Poini : 36, 37, 39, 121.
 Polûr : 41, 73.
 Pondichéry : 23-27, 76, 78, 81-83, 85, 88, 93, 96, 101, 102-108, 126, 140.
 Ponnaïyâr : 13, 35, 37, 38, 43, 49-51, 71, 119-121, 123.
 Poonamalle : 59, 96-102, 105, 107, 140.
 Porto-Novo : 83, 105.
 Pranakod : 26.
 Ptolémée : 102.
 Puttûr : 39, 73, 130.
 Puttûr-Nagari (dépression de) : 39, 54, 55, 56, 131-132.
 Quilon : 16, 24, 27.

Râjmahal : 33, 48, 57-58, 59, 62, 63.
110.

Râjmahal : (rivage du) : 110.

Râmancheri : 93.

Râmapuram : 56.

Ramnad : 58.

Ranga Rao (N.) : 98.

Ratnagiri : 24.

Râyapuram : 101, 108.

Razampeta : 53, 56, 57.

Red Hills : 77, 78, 85, 88.

Renigunta : 56.

Sadras : 106.

Sainigunta : 36, 134.

Saint Thomas Mount : 10, 71, 74,
96, 97, 128.

Salem : 42.

Samayapuram : 46.

Satyavedu : 39, 48, 56, 58, 60,
61-65, 67, 78, 80, 85, 88, 110, 111,
113, 116, 117, 133, 138, 139.

Semangalam : 76, 93, 130-131, 132,
133.

Shevaroy : 3, 10, 16-19, 32, 38,
41-42, 43, 45, 47-49, 52, 137.

Shimoga : 15.

Sholinghar : 29, 39, 40, 61, 73, 74,
76, 111, 113, 130.

Shore Temple : 106, 107.

Singakuppam : 95.

Singarapettai : 50.

Sittukâdu : 97.

Sivasamudram : 120.

Souabe : 84.

South Arcot : 82, 84, 87.

Spatc (O. H. K.) : 13, 18, 82.

Spur Tank : 97, 99, 101.

Srîharikota : 107.

Srîperumbûdûr : 48, 56, 58-60, 63,
70, 74, 78, 80, 83, 93, 97, 110, 111,
133, 138.

Srîvilliputtûr : 74.

Suffren (rue de) : 103, 104.

Suttukeni : 25, 92-94.

Swarnamukhi : 52, 53-54, 56, 63, 86,
105, 123, 124.

Tachchankurichchi : 45-47, 78, 112,
129.

Tamil Nâd : 23.

Tamil Nâd (ghât du) : 15, 17-18,
20, 32, 34-38, 40-52, 59, 120, 121,
123, 138, 139.

Tamil Nâd (plateau du) : 9, 12,
13-14.

Tammampatti : 45.

Tapti : 15.

Tarûr : 129.

Tellichery : 28.

Tenkâsi : 15, 16.

Thirunaranan (B. M.) : 66, 121.

Tindivanam : 71, 85, 106, 126.

Tinnevely : 16.

Tirttamalai : 49, 50.

Tiruchendipuram : 83, 88.

Tiruchirapalli, cf. Trichinopoly.

Tirukalikunram : 70-72, 74, 83.

Tirumahishai : 97.

Tirupati : 53, 55.

Tiruttani : 39, 56, 61, 62, 74, 130.

Tiruvakkârai : 77, 78, 85, 93.

Tiruvallûr : 85, 87.

Tiruvannamalai : 49, 51, 71, 72, 74.

Tiruvelangâdu : 61.

Tiruvottiyûr : 98.

Toludûr : 49, 130, 131.

Trichinopoly : 23, 46, 47, 64, 93,
111, 133.

Trichûr : 23.

Trippunithura : 28.

Trivandrum : 27.

Tropina : 28.

Tumbal : 42.

Tunga : 119.

Tungabhadra : 9, 12, 13, 15, 119.

Turaiyûr : 44, 129.

Udaiyârpaliyam : 77.

Ulundûr : 71, 84, 88.

Uppiliyapuram : 45, 52.

Urakuthmalai : 26.

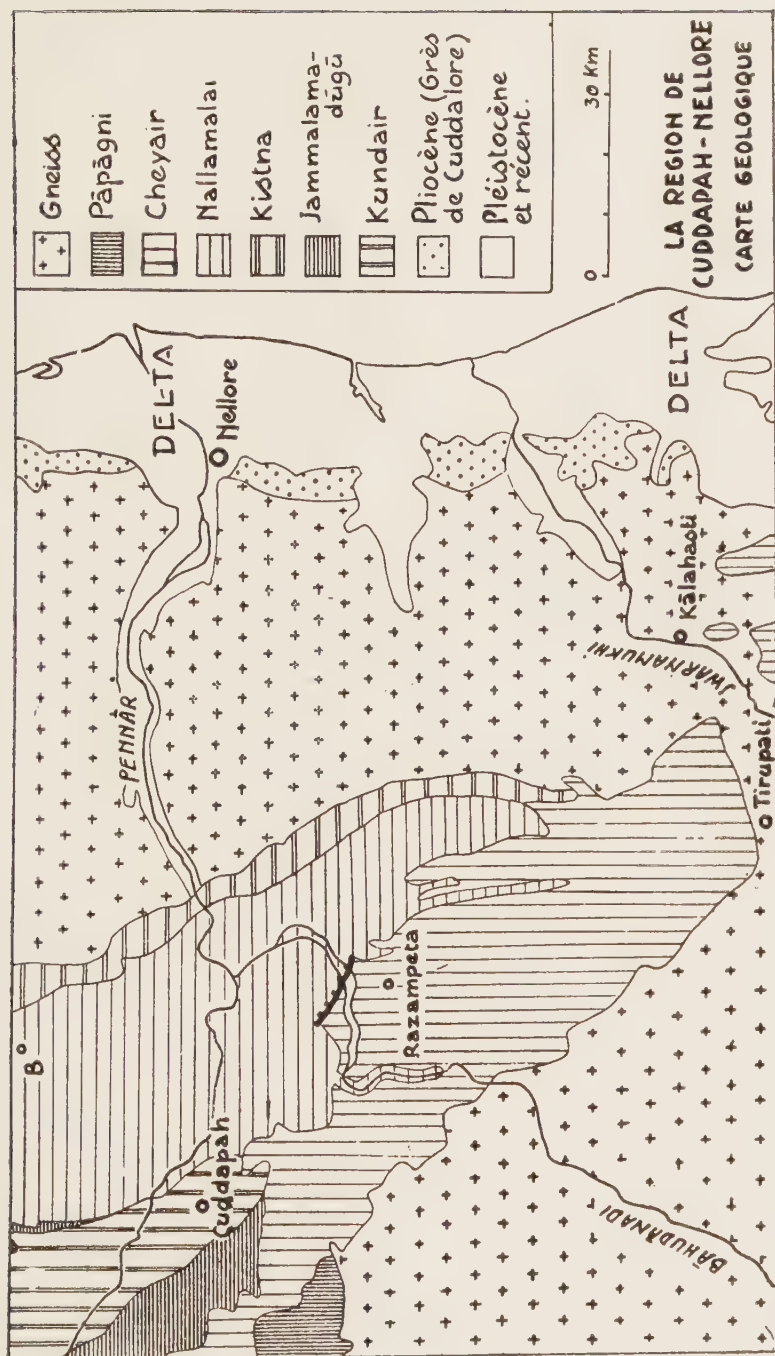
Ûttangarai : 42, 49, 51.

Ûttattûr : 34, 44, 46, 47, 133, 138.

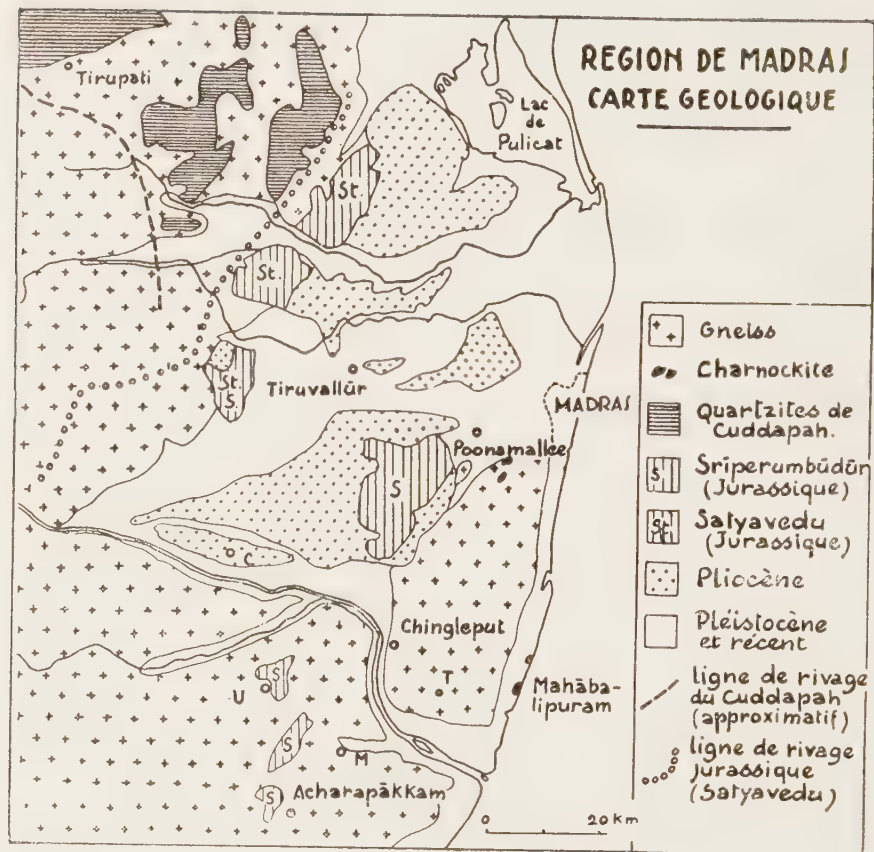
Uttiramerûr : 59.

Vadamadurai : 91.
Vallum : 93, 110.
Vandalûr : 71, 74, 128.
Vâniyambâdi : 36, 37, 38.
Vâniyar : 38, 42, 49.
Vanûr : 85.
Vârâhanadi : 88.
Varakur Malai : 71.
Vasco de Gama : 28.
Vattala-malai : 42.
Vedal : 137.
Vedâvati : 119.
Vedanthangal : 59, 71.
Velikonda : 53, 54-56, 73.
Vellâr : 49, 123, 130, 131, 133.
Vellore : 38, 39, 41, 71, 124.
Vellore (trouée de) : 40, 121, 124.
Venkatagirikota : 36.
Vepery : 100, 101.

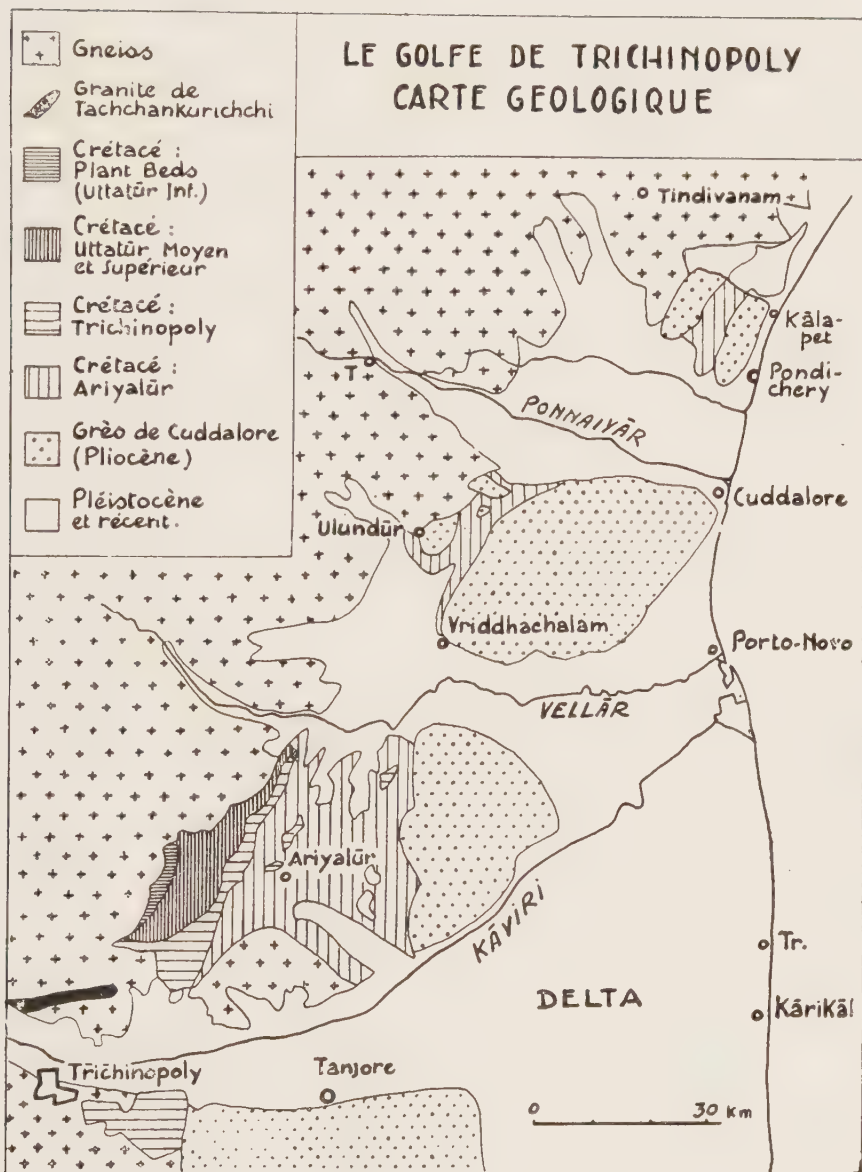
Villupuram : 71, 87.
Virampatnam : 102, 107.
Vizagapatam : 58.
Vriddhâchalam : 24, 77, 78, 80-85,
87, 92, 93, 96, 116, 118.
Vyasarpâdi : 97.
Wadia (D. N.) : 18, 93, 133.
Wall Tax Road : 98.
Wandiwash : 71.
Warkallay : 24-27, 28, 29, 30, 80, 81,
83, 86, 94, 136.
Warren (Capit. John) : 93.
Wynaad : 15.
Yedakainâdu : 107.
Yedayanthittu Kaliveli : 106, 107.
Yelagiri : 17, 41.



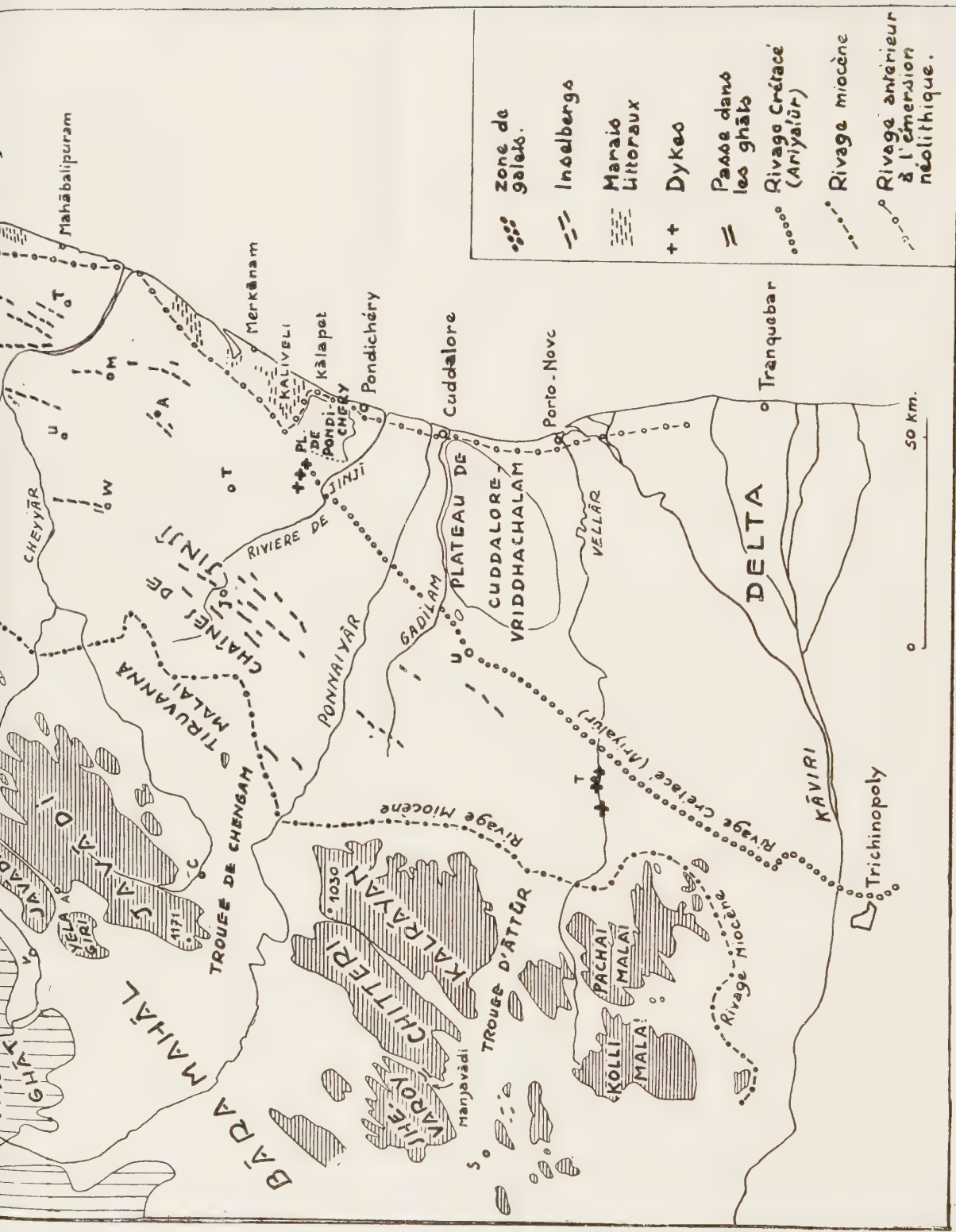
REGION DE MADRAJ CARTE GEOLOGIQUE



- + Gnelas
- Charnockite
- Quartzites de Cuddapah.
- S Sriperumbūdūr (Juraassique)
- St Satyavedu (Juraassique)
- Pliocène
- Pléistocène et récent
- ligne de rivage du Cuddapah (approximatif)
- ligne de rivage juraassique (Satyavedu)







CARTE MORPHOLOGIQUE DES GHÂT ORIENTAUX
ET DE LA PLAINE DU COROMANDEL
(entre la Pennâr et la Kâviri)

THE EASTERN GHÂTS AND THE COROMANDEL PLAIN

(Between the Pennâr and the Kâviri)

A Study of Structure and Morphology

by Prof. J. DUPUIS

INTRODUCTION

A GENERAL VIEW ON THE STRUCTURE OF SOUTH INDIA

I — THE PRE-CAMBRIAN SYSTEM

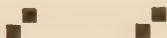
The important rocks in the topography include the rocks of the Archaean System (Peninsular gneisses, charnockites and intrusions of dolerite) and the sedimentary rocks (Dhârwâr and Cuddapah).

The country includes the plateaux (of Mysore, of Tamil Nâd) and the Ghâts (Western and Eastern Ghâts, linked together by the median mountains of the Biligirirangan and the Shevaroy). The Ghâts are whether edges of plateaux (Ghâts of Mysore and Kârvetnagar) or horsts (Western and Eastern Ghâts).

II — THE RECENT SEDIMENTARY SYSTEM

The plains of Kerala and Coromandel show both analogies in their structures and contrasts in their morphological patterns. The Jurassic and Cretaceous transgressions are only to be seen in the Coromandel. But from the Eocene the same transgressions occur in both plains.

The morphological contrast is due to the differences in climate which occurred from the Pliocene. Kerala, owing to a rainy climate, has been dissected by the streams, which cut out their valleys. Coromandel, owing to a sub-arid climate, has been levelled into pediments by the sheet-floods.



PART I

THE MORPHOLOGICAL DIVISIONS OF COROMANDEL

I — THE MARGINS OF THE MYSORE PLATEAU

The present Kârvetnagar Massif is an ancient margin of the Mysore Plateau; it has been separated from it by a Cretaceous dislocation, which created the Cretaceous graben. The country is thus divided :

1) *The Mysore Ghâts*, the escarpment of the present Mysore Plateau, a Cretaceous dislocation, which is still obviously in the youthful stage (the denivellation is of about 300 metres or 1.000 feet).

2) *The Cretaceous Graben*, (the basins of Chittoor and Bâramahâl, linked together by the Vâniyambâdi-Gudiyâttam corridor) is a depression surrounding the Mysore Plateau to the East and the South, levelled by the sheet-floods (Altitude : 300/400 metres or 1.000/1.300 feet).

3) *The Kârvetnagar Massif*, an ancient Eastern margin of the Mysore Plateau, a very much dissected country. The Kârvetnagar Ghâts, which appeared in Jurassic times, are much worn and dismantled. Inner pediments, like the basin of Kârvetnagar, have been evolved.

II — THE EASTERN GHÂTS OF TAMIL NÂD

They are well individualized horsts, the elevations of which range from 1.000 to 1.600 metres (roughly from 3.000 to 5.300 feet). The constitutive materials are a complex of gneisses and charnockites. They include : a girdle of mountains (Javâdi, Kalrâyan, Chitteri, Shevaroy) and a Southern group (Pachaimalai, Kollimalai). They are separated by tectonic gaps (Chengam, Attûr and Manjavâdi gaps).

The observations made by Blanford (1862) on the border of the Pachaimalai allow us to assign a Cretaceous date to the upheaval of the Pachaimalai charnockites and the Tachchankurichchi granites. The morphological analogy allows us to extend this dating to the whole Ghâts of Tamil Nâd and to the Mysore Ghâts. Morphology evidences also that the gneisses and charnockites of the Ghâts were uplifted together in the cretaceous.

The large *Chengam* and *Âttûr* gaps are of tectonic origin. From the study of Chengam gap it appears that the Ponnaiyâr did not play any part in the digging and the clearing of the same; that river did only trace out its way along the fault lines. The partial clearing of the gap was made by sheet-floods coming down from the Javâdi and the Kalrâyan. There is a morphological evidence that these gaps occurred at the same epoch as the Ghâts.

III — THE SOUTHERN FORMATIONS OF CUDDAPAH

Those mountains are chiefly made of quartzites; and the present extension of quartzite fragments is the proof that the Cuddapah system, lying over the gneiss, originally stretched up to the Pâlâr. The Cuddapah system was first peneplaned, and then uplifted in the Jurassic (at the same time as the Kârvetnagar massif). Afterwards, it developed into an Appalachian topography: ranges parallel to the borders of the system, inner basins, superimposed consequent rivers (the Pennâr and the Cheyyeru). But big faults impart to the ranges a very particular landscape: the high quartzite cliffs overlooking West. Since the Pliocene, the inner basins have been evolved into pediments.

IV — THE JURASSIC HILLS

The Jurassic marine invasions laid down two series of deposits: the lower series of *Srîperumbûdûr* (Middle Jurassic?) and the upper series of *Satyavedu* (Upper Jurassic?). The Southern outcrops (exclusively *Srîperumbûdûr*) are completely levelled in the Post-Miocene surface. But the Northern outcrops, on the other hand, have formed hills.

The *Jurassic hills of Satyavedu and Allikkuli* are made up of thick conglomerates of pebbles, which were obviously laid down near the sea shore. The origin of the pebbles shows the petrologic nature of this Jurassic shore: in the North, there were the quartzite cliffs of the Cuddapah system; in the South, the gneissic cliffs of the Kârvetnagar massif with quartzite caps.

IV —

The existence of these conglomerates of pebbles, which are not found in the lower beds of Srîperumbûdûr, is the proof of a *Jurassic dislocation*: the cliffs of quartzite and gneiss occurred between the transgression of Srîperumbûdûr and that of Satyavedu. This observation allows us to date the uplift of the Kârvetnagar Ghâts and the Cuddapah system.

From the Cretaceous onwards, the Jurassic conglomerates have been above the sea level. They were carved out by erosion into separate tracts of hills. The *Allikkuli caves*, which are located in the so-called hills, have given rise to a famous and often debated problem. We put aside the old hypothesis of Bruce Foote, who explained these caves by a marine abrasion: the sea level, in the Miocene, could not reach above 150 metres (500 feet), whereas the caves are located towards 225 metres (750 feet). We explain how the caves have been formed by the abrasion of a torrent in a giant's kettle at the base of a cliff during a rainy phase of the Pleistocene.

V — THE MIOCENE AND POST-MIOCENE EROSION SURFACE

A large erosion surface stretches from the sea up to the Ghâts, the Jurassic hills and the Cuddapah ranges. It is a gently sloping glacia, in which different formations are levelled: gneisses, Jurassic, Cretaceous, Pliocene. This glacia has a double origin:

a) *The Miocene surface of marine abrasion.* The Miocene sea level has been determined, in Kerala, by George Kuriyan towards the altitude of 180 mètres (600 feet). We show that in Coromandel, after a slight tilting of the Archaean block, the sea could not reach above 150 mètres (500 feet). We set aside the theory of *Cushing*, who regarded the Ghâts as ancient marine cliffs. The Miocene sea did not reach the foot of the Ghâts of Tamil Nâd; but it reached the foot of the Kârvetnagar Ghâts (in the country of Sholinghar), of the Jurassic hills of Allikkuli and Satyavedu, of the Cuddapah range.

We show that the Miocene sea-shore was indented and that ancient gneissic ranges, trending NE-SW, formed off-shore archipelagos. The surface of marine abrasion, evolved by the Miocene sea in those archipelagos, is probably found in the present inselbergs, the top surfaces of which show a rather uniform level.

b) *The pediments.* The country is emerged from the Pliocene onwards. The sheet-floods have levelled a system of pediments which join insensibly the Miocene surface of marine abrasion. The old gneissic and charnockitic ranges, which trend NE-SW, parallel to the Ghâts and the present sea-shore, have been evolved into these residual

reliefs, which were islands in the Miocene sea and are now alignments of inselbergs (Tiruvannamalai, Jinjî, Chingleput, Tirukalikunram, Vandalûr, etc. . .)

VI—THE RED PLIOCENE PLATEAUX: THE CUDDALORE SANDSTONES

The Pliocene sheet-floods have covered the lower areas with their alluvial fans (continental Neogene). Those deposits, which are mainly made of laterites, make up now the “red plateaux” of Âvadi (Red Hills), Pondicherry, Cuddalore-Vriddhachalam, etc. . We show that these plateaux are the remnants of a more extensive system, which has been dissected during the rainy stages of Pleistocene. We explain why the “uplift of the Cuddalore sandstones”, as imagined by Kalyanasundaram, is morphologically impossible.

During the rainy stages of Pleistocene, the streams have cleared away *inner basins* in the Pliocene deposits. Those basins are very slightly lower areas compared to the surrounding areas. In particular instances, the streams have also cut gullies and cliffs, the most striking example of which is the *Bommayapâlaiyam ravine* (near Pondicherry). During the sub-arid stages, the Pleistocene sheet-floods have laid down alluvial flows, which now cover surface of the *basins*.

The *Pleistocene terraces of the Korttalaiyâr*, which Krishna-swamy has dated after Palaeolithic implements found *insitu*, are the result of alternative rainy and sub-arid phases, which caused erosion and alluvial stages of the old Pâlâr.

The *Suttukeni fossil woods*, which are silicified timbers, preserved in the upper beds of the Cuddalore sandstones, are the most noticeable instance of an oft observed phenomenon in Coromandel. They seem to have been carried away from nearby slopes by some meteorological cataclysm and then buried and protected from the air in the alluvial fans.

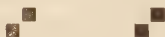
VII—THE MAKING UP OF THE COAST FROM THE NEOLITHIC TIMES

We bring the evidence of the *Neolithic emergence*, which had been previously ascertained by George Kuriyan in Kerala; the amplitude of the emergence reaches about 2 metres (6 or 7 feet). This

emergence is witnessed by the dead cliffs of Bommayapâlaiyam-Kâlapet (North of Pondicherry) and the uplifted deltas of the Cheyyâr (the present Pâlâr) and the Korttalaiyâr.

This emergence resulted in the formation of backwaters, the evolution of which we study in two particular instances: the gulf of Poonamallce-Madras and that of Pondicherry. Several data, such as the lagoon levels (oyster shells recognised in the wells of Madras) bear witness to a very slight submergence of the historical epoch.

The coast, in its present form, shows the last stage of the filling in of the lagoons. Few true lagoons are now to be seen, but chiefly salt pans. Kerala, with extensive and wide back-waters, suggests a more important recent submergence.



PART II

GENERAL FEATURES

I—THE CHANGES IN THE COAST LINE

Several ancient coast lines are traceable in Coromandel: Cuddâpah, Jurassic, Cretaceous.

During the Tertiary times, the submergence is evidenced up to the Miocene. Bruce Foote had imagined that the submergence lasted up to the Pleistocene inclusively; he named "the Lateritic Sea" this Pliocene and Pleistocene sea, because he believed that the laterites of the Cuddalore sandstones had been laid down therein. That theory made the explanation of the regional morphology impossible.

But the works of Mgr. Lèveillé (1890) have brought the evidence of old lagoon levels (oyster shells and black earths) in the wells of Pondicherry. Taking the benefit of those works, we can show the reality of the Pliocene emergence. On the other hand, the Palaeolithic implements allow us to ascertain the emergence of the land in the Pleistocene.

At the foot of the Jurassic hills, the Satyavedu-Kanakammachatram pebble belt stretches along; it was previously regarded as an ancient sea shore. We state that it is only the upper part of the alluvial fans, which has been made up by debris of the Jurassic conglomerates.

II — THE HYDROGRAPHIC NET

The streams flow successively across several morphological belts :

- 1) *The streams of Mysore are in a senile stage.*
- 2) *The crossing of the Mysore Ghâts (Cretaceous) is marked by an hydrographic rejuvenation : rapids and falls.*
- 3) *The crossing of the Cretaceous Graben, which is a pediment area, results in an insignificant cutting of the streams.*
- 4) *The crossing of the Cuddapah ranges and the Ghâts is effected through two types of gaps : epigenic gaps in the Cuddapah ranges (Pennâr and Cheyyeru), tectonic gaps in the Ghâts of Tamil Nâd (Ponnaiyâr and Vellâr, flowing respectively through the Chengam and Âttûr gaps). The Swarnamukhi and the Pâlâr (intermediary types between the previous ones) have cut out their gaps, but along faults of the gneissic block.*
- 5) *The crossing of the Miocene and Post-Miocene surface is noticeable for the absence of valleys and the changing of talwegs. Several streams have divagated. The most famous instance is the historical diversion of the Pâlâr, a man-made diversion.*

III — THE INSELBERGS

The pediments of the area are scattered with inselbergs, among which several types can be distinguished :

- 1) *The gneiss and charnockites inselbergs constitute the greater number of them. They include the Acharapâkkam type, non-ruiniform, which occurs in the proximity of the sea in a damper climate, and the Chittoor type, ruiniform, which occurs in the inland.*
- 2) *The Tachchankurichchi type is the result of granitic intrusions, whose weathering has formed round-shaped rocks.*
- 3) *The Kâlahasti type is made up of gneiss with quartzite caps (top mesa-like surfaces with neat vertical edges) ; it is found along the Cuddapah ranges.*
- 4) *The dolerite dykes generally belong to the Semangalam type (ruiniform hills) and more scarcely to the Puttûr type (prismatic pillars). We discuss the theories of King and Bruce Foote, who thought these intrusions were of Pre-Cuddapah Epoch, and we suggest that the same are likely Jurassic or Cretaceous.*

IV — THE LATERITIC SOILS AND THE QUESTION OF PALEO-CLIMATES

We keep up the discrimination, established by geologists, between *autochthonal laterites* (of high level) and *detrital laterites* (of low level). The character of the beds of Cuddalore sandstones indicates that the laterites have mainly occurred since the Pliocene. From a soil section noted in the Mysore Ghâts, we can show the evidence of the alteration of the gneisses, which are changed into laterite.

The Cuddalore sandstones and the Conjeevaram gravels exhibit alternately lateritic and non-lateritic deposits. From that change in the nature of deposits, we can infer that, from the Pliocene, the climate has not always allowed the formation of laterite.

The origin of laterites induces us to consider the problem of the paleo-climates, which certain local elements, such as the peatbogs of the Shevaroy Hills, would enable us to approach.



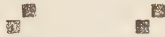
TABLE DES ILLUSTRATIONS

CARTES ET GRAPHIQUES	Pages
Schéma de la bordure occidentale des Kollimalai..	44
Profil longitudinal de la Ponnaiyâr.....	50
La trouée de la Ponnaiyâr.....	50
Le bassin de Place Pâlaiyam et la région des grottes d'Allikkuli	65
Coupe transversale du ravin d'Allikkuli	68
Les couches de Neiveli	79
La rive escarpée de la Gadilam près de Tiruvendi- puram	82
Coupe NO-SE à travers le plateau de Cuddalore- Vriddhâchalam	84
Section composite de la vallée de la Korttalaiyâr..	90
Coupe EO de George Town	98
Forage I, Madras	99
Forage II et Forage III, Madras.....	100
Pondichéry au XVIIème siècle	103
Ligne du rivage au crétacé supérieur.....	112
Les rapides de la Pâlâr.....	120
Les trouées épigéniques de la Pennâr et de la Cheyyeru	122
Alignements de dykes au NO Pondichéry.....	130
Coupe schématique du couloir Puttûr-Nagari.....	131
Coupe du sol dans les Ghât du Mysore.....	135

La région de Cuddalore-Nellore. Carte Géologique	Hors texte
La région de Madras. Carte géologique.....	” ”
Le golfe de Trichinopoly. Carte géologique.....	” ”
Coupe EO du Coromandel.....	” ”
Carte morphologique (dépliant).....	” ”

PHOTOGRAPHIES	Pages
1 — Les Ghât du Mysore.....	40
2 — Les Ghât du Kârvetnagar.....	40
3 — Le pédiment de Padavedu et la bordure disséquée des monts Javâdi.....	40
4 — Un aspect des monts de Vellore.....	40
5 — Falaises de quartzites (monts de Nagari).....	56
6 — Le Nagari Nose (à dr.), le couloir de Puttûr- Nagari et les Ghât du Kârvetnagar.....	56
7 — Le ravin d'Allikkuli (vu d'en haut).....	64
8 — Le ravin d'Allikkuli : passage de l'ancien torrent.	64
9 — Les inselbergs et le pédiment gneissique, vus du Fort de Jinjî.....	72
10 — Aspect de pédiment gneissique (région d'Arni)..	72
11 — L'ancien delta de la Cheyyâr (embouchure de la Pâlâr)	120
12 — Inselberg gneissique (région de Jinjî).....	120
13 — Les dykes prismatiques de Puttûr.....	128
14 — Inselberg à coiffe de quartzite (Kâlahasti).....	128

15 — Inselberg gneissique à diaclases verticales (au Sud des Pachaimalai)	128
16 — Inselberg gneissique à diaclases verticales (au Sud des Pachaimalai)	128
17 — Inselbergs granitiques (granites de Tachchankurichchi)	128
18 — Inselbergs granitiques (granites de Tachchankurichchi)	128
19 — Le dyke doléritique de Semangalam	136
20 — Le moutonnement des “ récifs ” de dolérite au pied du dyke de Perumbákkam.....	136



TABLES DES MATIERES

	Pages
Avant - Propos	1
Note sur l'orthographe et la prononciation des noms propres....	6
INTRODUCTION. Vue d'ensemble sur la structure de l'Inde du Sud	9
CHAP. I — LA REGION PRECAMBRIENNE	9
A. LES MATERIAUX	10
Les matériaux du socle archéen et les roches éruptives	10
Les formations sédimentaires précambriennes..	11
B. LES PLATEAUX MERIDIONAUX DU DEKKAN.....	12
Le plateau du Mysore.....	12
Le plateau du Tamil Nâd.....	13
C. LES GHÂT.....	14
La constitution pétrologique des Ghât.....	14
Les Ghât occidentaux et les Biligirirangan.....	15
Les Ghât orientaux	16
Le problème de la formation des Ghât.....	18
D. LE SYSTEME DU CUDDAPAH (KADDAPA).....	21
CHAP. II — LA REGION SEDIMENTAIRE RECENTE	23
A. KÉRALA ET COROMANDEL : ANALOGIES ET CON- TRASTES	23
Le parallélisme des formations sédimentaires de l'Ouest et de l'Est.....	23
Le contraste morphologique du Coromandel et du Kerala	25

	Pages
B. LA PLAINE DU KERALA	26
L'évolution morphologique du Kerala	26
Les zones morphologiques de la plaine du Kerala	28
C. LA PLAINE DU COROMANDEL	29
L'évolution morphologique du Coromandel...	29
Les zones morphologiques de la plaine du Coromandel	30
PREMIÈRE PARTIE — LES REGIONS MORPHOLOGIQUES DU COROMANDEL (entre la Pennâr et la Kâviri)	32
CHAP. I — LES BORDURES DU MYSORE (MAÏSSOUR)	33
A. LES GHÂT DU MYSORE	33
Arguments en faveur d'une dislocation crétacée	33
Une bordure disséquée aux pentes abruptes ..	34
Les indices d'un rajeunissement récent.....	35
Les brèches des Ghât du Mysore.....	36
B. LE GRABEN CRETACE	37
Le bassin de Chittoor	37
Le Bâramahâl	38
Le couloir Vâniyambâdi-Gudiyâttam	38
C. LE MASSIF DE KÂRVETNAGAR	38
CHAP. II — LES GHÂT ORIENTAUX DU TAMIL NÂD	40
Les monts Javâdi	41
Le massif Kalrâyan-Chitteri-Shevaroy	41
Les Kollimalai et les Pachaimalai	43
Les trouées tectoniques	48
Le déblaiement de pédiments intérieurs	52

	Pages
CHAP. III — LES FORMATIONS MERIDIONALES DU CUDDAPAH	52
Chaînes et trouées	52
L'évolution appalachienne	56
CHAP. IV — LES COLLINES JURASSIQUES	57
A. LES DONNEES GEOLOGIQUES : LES FORMATIONS DU RĀJMAHAL	57
Les étages géologiques	58
Les affleurements méridionaux	58
Les affleurements septentrionaux	59
B. LA MORPHOLOGIE DES COLLINES JURASSIQUES ..	60
Dans leur état primitif, d'épais dépôts littoraux	60
Le rivage jurassique : quartzites au Nord et gneiss au Sud	61
L'évidence d'une dislocation jurassique	62
Les dépôts jurassiques évoluent vers un relief de collines	63
Les formes du relief : pentes douces et falaises verticales	65
Le problème des grottes d'Allikkuli	66
CHAP. V — LA SURFACE D'EROSION MIOCENE ET POST- MIOCENE	70
L'aspect du péciment	70
La Mer Tertiaire : la théorie de Cushing	72
La surface d'abrasion miocène	73
L'âge du péciment et des inselbergs	75
CHAP. VI — LES PLATEAUX ROUGES PLIOCENES : LES GRES DE CUDDALORE	77
L'origine : des cônes de déjections mio-pliocènes	77
L'évolution morphologique des grès de Cudda- lore	81
Les bassins alluviaux intérieurs	86

La morphologie des grès de Cuddalore. Le ravin de Bommayapâlaiyam	88
Les terrasses pléistocènes de la Korttalaïyâr ...	90
Les bois silicifiés. Suttukeni	92

CHAP. VII — LA FORMATION DU LITTORAL DEPUIS LE NEOLITHIQUE

94

Les falaises mortes de Bommayapâlaiyam-Kâlapet	94
--	----

Les anciens deltas de la Cheyyâr et de la Korttalaïyâr	95
--	----

Le rivage au début du néolithique : l'émersion néolithique	95
--	----

Un exemple de formation du littoral : la baie de Poonamallee-Madras	96
---	----

Un exemple de formation du littoral : la baie de Pondichéry	102
---	-----

Le rivage actuel	105
------------------------	-----

DEUXIÈME PARTIE — LES TRAITS D'ENSEMBLE DU COROMANDEL (entre la Pennâr et la Kâviri) 109

CHAP. I — LES VARIATIONS DES LIGNES DE RIVAGE 109

Le rivage du Nagari ou Cuddapah	109
---------------------------------------	-----

Le rivage du Râjmahal (jurassique)	110
--	-----

Le rivage crétacé	111
-------------------------	-----

Les rivages tertiaires : submersion miocène et émersion pliocène	112
--	-----

Le niveau marin au paléolithique	115
--	-----

La zone des galets de Satyavedu-Kanakammachattram	117
---	-----

CHAP. II — LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE 118

Le plateau du Mysore	119
----------------------------	-----

Le franchissement des Ghât du Mysore	120
--	-----

	Pages
Le franchissement du graben crétacé	121
Le franchissement des chaînes du Cuddapah, du massif de Kârvetnagar et des Ghât du Tamil Nâd	121
Le glacia miocène et post-miocène	124
Les deltas	126
CHAP. III — LES INSELBERGS	127
Les gneiss et les charnockites	127
Les intrusions granitiques : le type Tachchan- kurichchi	129
Les inselbergs à coiffe de quartzite : le type Kâlahasti	129
Les dykes de dolérite	130
L'origine et l'âge des inselbergs	133
CHAP. IV — LES SOLS LATÉRITIQUES ET LA QUESTION DES PALEO-CLIMATS	134
La formation des sols latéritiques	134
Les dépôts pliocènes non-latéritiques	136
Le question des paléo-climats	137
CONCLUSION	139
Bibliographie	139
Index	142
Resumé en Anglais : THE EASTERN GHATS AND THE COROMANDEL PLAIN. A STUDY OF STRUCTURE AND MORPHOLOGY	I

